

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Satoshi DO
New Application

Confirmation No.

Filed: October 17,. 2003

For: LENS FOR IMAGE PICKUP

Art Unit: TBA

Examiner: TBA

Atty. Docket No. 32011-198058

Customer No.

26694

26694

PATENT TRADEMARK OFFICE

Submission of Certified Copy of Priority Document

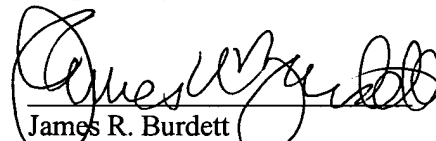
Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Application No. 2003-013169 filed on January 22, 2003 in Japan, the priority of which is claimed in the present application under the provisions of 35 U.S.C. 119.

Date: 10/17/2003

Respectfully submitted,



James R. Burdett

Registration No. 31,594

VENABLE

P.O. Box 34385

Washington, D.C. 20043-9998

Telephone: (202) 962-4800

Telefax: (202) 962-8300

#492075

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: January 22, 2003

Application Number: 2003-013169 [JP2003-013169]

Applicant(s): Milestone Co., Ltd.

Dated September 9, 2003

Commissioner,
Japan Patent Office

Yasuo Imai

Certificate No. 2003-3073993



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 2 2 日
Date of Application:

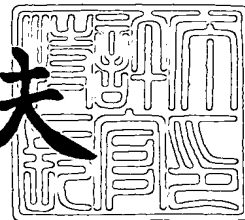
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 1 3 1 6 9
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 1 3 1 6 9]

出 願 人 マイルストーン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 3 9 9 3

【書類名】 特許願

【整理番号】 ML0011

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 9/34

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県朝霞市宮戸 1 - 2 - 5 6

 【氏名】 堂 智

【特許出願人】

 【識別番号】 399036110

 【氏名又は名称】 マイルストーン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100085419

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大垣 孝

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 012715

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0202213

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 撮像用レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 レンズ L 1、開口絞り S 1 及び第 2 レンズ L 2 を有し、物体側から像側に向かって、該第 1 レンズ L 1、該開口絞り S 1 及び該第 2 レンズ L 2 の順に配列されて構成され、

該第 1 レンズ L 1 は、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正の屈折力を有する樹脂製のレンズであり、

該第 2 レンズ L 2 は、像側に凸面を向けたメニスカス状の正の屈折力を有する樹脂製のレンズであり、

空気中における前記第 1 レンズの物体側の入射面から像面までの距離を最大でも 6 mm としたことを特徴とする撮像用レンズ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の撮像用レンズであって、前記第 1 レンズ L 1 の両面が非球面、かつ前記第 2 レンズ L 2 の両面が非球面であることを特徴とする撮像用レンズ。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の撮像用レンズであって、以下の条件を満たすことを特徴とする撮像用レンズ。

$$0.2 < |r_5/f| < 3.1 \quad (1)$$

$$3.0 < (r_5+r_6)/(r_5-r_6) < 19.0 \quad (2)$$

$$1.0 < d/f < 1.5 \quad (3)$$

$$0.5 < r_1/r_2 < 2.0 \quad (4)$$

$$0.08 < D_2/f < 0.1 \quad (5)$$

ただし、

f：レンズ全体の焦点距離

r₅：第2レンズL2の物体側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

r₆：第2レンズL2の像側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

d：第1レンズL1の物体側面から像面までの距離（空气中）

r₁：第1レンズL1の物体側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

r₂：第1レンズL1の像側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

D₂: 第1レンズL₁と第2レンズL₂の間隔

【請求項4】 請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載の撮像用レンズであって、該撮像用レンズを構成する前記第1レンズL₁及び前記第2レンズL₂をアッベ数が30から60である素材で形成したレンズとしたことを特徴とする撮像用レンズ。

【請求項5】 請求項1乃至請求項4のいずれか一項に記載の撮像用レンズであって、該撮像用レンズを構成する前記第1レンズL₁及び前記第2レンズL₂をシクロオレフィン系プラスチックあるいはポリカーボネートを素材として形成したレンズとしたことを特徴とする撮像用レンズ。

【請求項6】 請求項1乃至請求項5のいずれか一項に記載の撮像用レンズであって、像高2.25mm以下における歪曲収差の大きさが3.00%以内となるように収差補正されていることを特徴とする撮像用レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、撮像用レンズに係り、特にCCDまたはCMOSを撮像素子として用いる、携帯電話やパーソナルコンピュータへの画像入力装置、デジタルカメラ、監視用CCDカメラ、検査装置等に搭載して好適な撮像用レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

上述の撮像用レンズにおいては、この撮像用レンズの物体側の入射面から撮像面（CCD等の結像面）までの距離として定義される光学長が、短い必要がある。携帯電話を例にとると、少なくともこの光学長は、携帯電話本体の厚みより短くなければならない。一方、撮像用レンズの像側の出射面から撮像面までの距離として定義されるバックフォーカスは、可能な限り長いのが好都合である。これは、撮像レンズと撮像面との間にフィルター等の部品を挿入する必要があるためである。

【0003】

上述したこと以外にも、撮像用レンズとして、諸収差が、像の歪みが視覚を通じて意識されず、かつ撮像素子（「画素」ともいう。）の集積密度から要請される十分な程度に小さく補正されていることが当然に要請される。以下「像の歪みが視覚を通じて意識されず、かつ撮像素子の集積密度から要請される十分な程度に小さく諸収差が補正されている」ことを、簡単のために単に「諸収差が良好に補正されている」等と表現することもある。また諸収差が良好に補正された画像を「良好な画像」ということもある。

【0004】

上述した要請を満たす撮像用レンズとして、構成レンズの枚数を少なくし、光路長を短くしてコンパクト化を図ったレンズ系が、提案されている。しかし、非球面モールドガラスを使用したためコストの高いレンズや、光路長を短くするための曲率半径を加工上の制約から小さくしきれていないレンズ系や、短光路長を達成するためにレンズ枚数を1枚とし、それによって収差を除去しきれていないレンズ系等が見られる。

【0005】

そこで、これら上述した問題を解決する撮像用レンズとして、適度な長さのバックフォーカスを有し、広い画角を持ち、しかも歪曲収差の小さい2群2枚構成の撮像レンズがある（例えば特許文献1参照）。また、バックフォーカスを十分な長さにした上で、物体側レンズ及び像側レンズの屈折力を適正に設定することができ、かつ製造も容易な2群2枚構成の撮像レンズがある（例えば特許文献2参照）。また、小型、軽量で、テレセントリック性が良好で非点収差が補正しやすく、かつ加工組立が容易な2群2枚構成の撮像レンズがある（例えば特許文献3参照）。

【0006】

【特許文献1】 特開2001-174701号公報

【特許文献2】 特開2000-321489号公報

【特許文献3】 特開2002-267928号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、携帯電話本体のコンパクト化に対応して、搭載する撮像用レンズの光学長は、概ね長くても6 mmであって、しかも良好な画像が得られることが要請されている。すなわち、今後はますます携帯電話が薄型化するため、上記三件の特許文献に開示された撮像用レンズよりも光学長を短くして、しかも良好な画像が得られなければ使用することが出来なくなる。

【0 0 0 8】

この発明の目的は、F値2.8程度の明るさを有しながら、2枚構成と少ないレンズ枚数で構成され、レンズの光学長が長くても6 mmと短くて、かつ良好な画像が得られる撮像用レンズ提供することにある。

【0 0 0 9】

また、この発明の撮像レンズを構成する全てのレンズ（2枚）をプラスチック材料で実現することにより、低コストでかつ軽量化を図った撮像用レンズを提供することにある。

【0 0 1 0】

ここで、プラスチック材料とは、熱と圧力あるいはその両者によって塑性変形させて成型させてレンズを形成することができる高分子物質であって、可視光に対して透明である素材をいう。

【0 0 1 1】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するため、この発明による撮像用レンズは、物体側から像側に向かって順に、第1レンズL1、開口絞りS1及び第2レンズL2を配列した構成とする。第1レンズL1は、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正の屈折力を有する樹脂製のレンズとする。第2レンズL2は、像側に凸面を向けたメニスカス状の正の屈折力を有する樹脂製のレンズとする。

【0 0 1 2】

また、この撮像用レンズは、第1レンズL1の両面が非球面、かつ第2レンズL2の両面が非球面としてあって、物体側の入射面（第1レンズL1の物体側の面）から撮像面までの長さである光学長が最大でも6 mmとなる構成とする。

【0 0 1 3】

また、この発明の好適な構成例によれば、この撮像用レンズは、以下の条件を満たす。

【0014】

$$0.2 < |r_5/f| < 3.1 \quad (1)$$

$$3.0 < (r_5+r_6)/(r_5-r_6) < 19.0 \quad (2)$$

$$1.0 < d/f < 1.5 \quad (3)$$

$$0.5 < r_1/r_2 < 2.0 \quad (4)$$

$$0.08 < D_2/f < 0.1 \quad (5)$$

ただし、

f：レンズ全体の焦点距離

r₅：第2レンズL2の物体側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

r₆：第2レンズL2の像側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

d：第1レンズL1の物体側面から像面までの距離（空气中）

r₁：第1レンズL1の物体側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

r₂：第1レンズL1の像側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

D₂：第1レンズL1と第2レンズL2の間隔

とする。

【0015】

以後、誤解の生じない範囲でr₁、r₂、r₅及びr₆を軸上曲率半径の値を意味する変数として用いるほか、レンズの面を識別する記号（例えば第1レンズの物体側の面等）としても用いる。

【0016】

上述の条件式(1)は、第2レンズL2の第1面（軸上曲率半径がr₅である面）と第2面（軸上曲率半径がr₆である面）に関するレンズ全体の焦点距離との屈折力配分を定めたものである。第2レンズL2の第1面r₅/fが、この条件式(1)の下限より大きければ、レンズ全体の焦点距離fが実用上好適な長さにおさまる。これにより、球面収差、コマ収差が増大することもなく、第2面の加工が容易となる。すなわち第2レンズL2の第1面r₅/fが、この条件式(1)の下限より小さくなると、レンズ全体の焦点距離fが長くなる。このため、第2面のr₆の半径を小さくし

なければならない。このことにより、球面収差、コマ収差が増大するとともに、第2面の加工が困難となる事態も起こる。

【0017】

第1面 r_5/f が条件式(1)の上限を越なければ、第1面 r_5 の曲率半径が小さくなり、その結果、バックフォーカスが長くなる為に、像面とレンズとの間に、カバーガラスや赤外線カットフィルター等を配置するスペースを確保できる。すなわち、第1面 r_5/f が条件式(1)の上限を越えると、第1面 r_5 の曲率半径が大きくなり、その結果、バックフォーカスが短くなる為に、像面とレンズとの間に、カバーガラスや赤外線カットフィルター等を配置することができなくなる事態も起こり得る。

【0018】

また、第1面 r_5/f が条件式(1)の上限を越なければ、像面の最大半径部(周辺部)への入射光線の角度が穏やかであり、その結果、CCD、CMOSに配置されているマイクロレンズによって、光線が受光面に入りやすくなり、よって、画像の周辺部が暗くなるのを回避できる。すなわち、第1面 r_5/f が条件式(1)の上限を越えると、像面の最大半径部(周辺部)への入射光線の角度が急になり、その結果、CCD、CMOSに配置されているマイクロレンズによって、光線が受光面に入りにくくなり、よって、画像の周辺部が暗くなってしまいうという事態も起こり得る。

【0019】

条件式(2)は、良好な画像を保ちながら十分な長さのバックフォーカスを得るための条件式である。すなわち、第2レンズの第1及び第2面の曲率半径 r_5 及び r_6 を共に変えることにより、レンズの焦点距離を変えず収差だけを変化させる、いわゆるベンディングという操作ができる。レンズの焦点距離を変えないという条件下で、 r_5 及び r_6 を変化させたとき、 $q=(r_5+r_6)/(r_5-r_6)$ で与えられる q は、いわゆるレンズの形状因子(shape factor)と呼ばれ、ベンディングの度合いを表すパラメータである。すなわちパラメータ q は対称レンズ($r_5=-r_6$)に対しては0となり、非対称になるほど大きな値となるので、対称レンズからの偏差の度合い(非対称の度合い)を示すパラメータである。

【0020】

したがって、上述の条件式 (2) は、第2レンズのベンディングの度合いを表すパラメータ q_6 が3.0から19.0の範囲に設定すべきことを意味する。

【0021】

すなわち、 r_5 を条件式 (2) の上限を越えない程度の曲率半径とすると、球面収差、非点収差の子午像面が正になり過ぎることなく、良好な画像を得る事ができる。また r_6 が下限を越えない程度の曲率半径とすると、バックフォーカスが短くなりすぎることがなくCCD像面への入射光線が緩やかとなる為、よって、マイクロレンズによる全反射で周辺が暗くなってしまうという事態を回避できる。また、加工も容易となる。言い換えると、 r_5 を条件式 (2) の上限を超える曲率半径とすると、球面収差、非点収差の子午像面が負になり過ぎ、良好な画像を得る事ができない事態が起こり得る。また r_6 が下限を越える曲率半径とすると、バックフォーカスが短くなり、その結果、CCD像面への入射光線が急角度となる為、よって、マイクロレンズによる全反射で周辺が暗くなってしまうという事態が起こり得る。

【0022】

上記条件式 (3) は、レンズの口径の大きさを規定するものであって、 d で与えられる光路長（空気中で第1レンズL1の物体側面から像面までの距離）が下限より小さくしなければ、第1レンズL1と第2レンズL2の厚さが厚くなり、成形加工時、樹脂が通りにくくなるといった問題が起こらない。また、光学長 d が上限を越えない程度の長さであれば、第1レンズL1と第2レンズL2の外径を大きくする必要がなく、周辺光量比が小さくなることのない上、レンズ系の小型化が容易となる。

【0023】

すなわち、 d で与えられる光路長が下限より小さくなると、第1レンズL1と第2レンズL2の厚さが薄くなり、成形加工時、樹脂が通りにくくなるといった問題が起こり得る。また、光学長 d が上限を越えて長くなれば、周辺光量比が小さくなる。周辺光量を十分確保するには、第1レンズL1と第2レンズL2の外径を大きくする必要がある。それに伴いレンズの外径を大きくしなければならず、結果としてレンズ系の小型化が難しくなる。

【0024】

上述の条件式 (4) は、第1レンズL1の物体側軸上曲率半径と像側軸上曲率半径の比によって第1レンズL1形状を規定している。第1レンズL1の r_1 が大きくなり条件式 (4) の下限を下回らなければ、球面収差は負にならずコマ収差が増大することがないため、補正が容易となる。また、非球面の加工も容易となる。第1レンズL1の r_2 が小さくなり条件式 (4) の下限を下回らなければ、球面収差は正、子午像面における非点収差が正になりその絶対値が小さくなり、コマ収差も減少するため、補正が容易になる。また、第1レンズL1の r_1 が小さくなり上限を上回らないと、球面収差が小さくなり、子午像面における非点収差も小さくなるため、補正が容易となる。第1レンズL1の r_2 が大きくなり上限を上回らないと、球面収差も、また子午像面（以後「メリジオナル面」という。）及び球欠像面（以後「サジタル面」という。）における非点収差も小さくなり、そのうえ歪曲収差は正になりその絶対値が小さくなるため補正が容易となる。

【0025】

すなわち、第1レンズL1の r_1 が小さくなり条件式 (4) の下限を下回れば、球面収差は負になり、コマ収差が増大するため、補正が困難となり得る。また、非球面の加工も難しくなる。第1レンズL1の r_2 が大きくなり条件式 (4) の下限を下回れば、球面収差は負、子午像面における非点収差が負になりその絶対値が大きくなり、コマ収差も増大するため、補正が困難となる事態も起こり得る。また、第1レンズL1の r_1 が大きくなり上限を上回ると、球面収差が大きくなり、子午像面における非点収差も大きくなるため、補正が困難となる事態も起こり得る。第1レンズL1の r_2 が小さくなり上限を上回ると、球面収差も、またメリジオナル面及びサジタル面における非点収差も大きくなり、そのうえ歪曲収差は負になり、その絶対値が大きくなるため補正が困難となる事態も起こり得る。

【0026】

上述の条件式 (5) は、第1レンズL1と第2レンズL2の間隔 D_2 の範囲を定める。上記条件式 (5) が与える条件は、像面湾曲収差を少なくするための条件である。第1レンズL1と第2レンズL2の間隔 D_2 が下限を下回らなければ、第1レンズL1の像側の面（ r_2 の曲率を持つ面）と第2レンズL2の物体側の面（ r_5 の曲率を持つ

面) とが開口絞りに近付き過ぎることがない。そのためレンズ外径を小さくしすぎる必要がなくなり、金型加工が容易になるとともに、開口絞りを入れるためのスペースが確保できる。また間隔 D_2 が上限を越えなければ、第1レンズ L_1 の第2面 r_2 と第2レンズ L_2 の第1面 r_5 のレンズ径が大きくなりすぎず、撮像用レンズをコンパクト化できる。また像面湾曲が大きくならず、良好な画像を得る事ができる。

【0 0 2 7】

すなわち、第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 の間隔 D_2 が下限を下回ると、第1レンズ L_1 の像側の面 (r_2 の曲率を持つ面) と第2レンズ L_2 の物体側の面 (r_5 の曲率を持つ面) とが開口絞りに近付き過ぎる。そのためレンズ外径を小さくする必要があり、金型加工が難しくなるとともに、開口絞りを入れるためのスペースが確保できなくなる事態も起こり得る。また間隔 D_2 が上限を越えると、第1レンズ L_1 の第2面 r_2 と第2レンズ L_2 の第1面 r_5 のレンズ径が大きくなり、撮像用レンズをコンパクト化することが難しくなる。また像面湾曲が大きくなってしまい、良好な画像を得る事が困難となる事態も起こり得る。

【0 0 2 8】

上述の条件式 (1) ~ (5) の五つの条件を満足するレンズ構成とすることにより、小型で良好な画像が得られ、かつ光路長が最大でも6 mmであるコンパクトな撮像用レンズを提供できる。

【0 0 2 9】

【発明の実施の形態】

以下、図を参照して、この発明の実施の形態例につき説明する。なお、これらの図は、この発明が理解できる程度に構成要素の形状、大きさ及び配置関係を概略的に示してあるにすぎず、また、以下に説明する数値的及びその他の条件は単なる好適例であり、この発明はこの発明の実施の形態にのみ何等限定されるものではない。

【0 0 3 0】

図1は、この発明による撮像用レンズの構成図である。図1において定義されている面番号や面間隔等の記号は、図2、図6、図10、図14、図18、図22及び図26において共通して用いるものとする。

【0031】

物体側から数えて第1及び第2のレンズをそれぞれL1及びL2で示す。撮像面を構成する撮像素子を10で表し、撮像面とレンズ系とを隔てるカバーガラスを12で表し及び開口絞りをS1で示す。

【0032】

この図に示す r_i ($i=1, 2, 3, \dots, 8$) 及び d_i ($i=1, 2, 3, \dots, 8$) 等のパラメータは、以下に示す表1から表7に具体的数値として与えてある。添え字 i は、物体側から像側に向かって順に、各レンズの面番号あるいはレンズの厚みもしくはレンズ面間隔等に対応させて付したものである。

すなわち、

r_i は i 番目の面の軸上曲率半径、

d_i は i 番目の面から $i+1$ 番目の面までの距離、

N_i は i 番目の面と $i+1$ 番目の面から成るレンズの媒質の屈折率及び

ν_i は i 番目の面と $i+1$ 番目の面から成るレンズの媒質のアッベ数

をそれぞれに示す。

【0033】

光学長 d は、 d_1 から d_5 までを加算して更にバックフォーカス b_f を加えた値である。バックフォーカス b_f は、光学軸上での第2レンズL2の像側の面から撮像面までの距離である。ただし、バックフォーカス b_f は、第2レンズL2と撮像面との間に挿入されるカバーガラスを取り外して計測するものとする。すなわち、カバーガラスを挿入した状態では、第2レンズL2の像側の面から撮像面までの幾何学的な距離は、カバーガラスの屈折率が1より大きいため、カバーガラスのない状態に比べて長くなる。どの程度長くなるかは、挿入するカバーガラスの屈折率と厚みで決まる。そこで、カバーガラスが存在するか否かにはかかわらない撮像用レンズ固有の値としてバックフォーカス b_f を定義するために、カバーガラスを取り外して計測される値を用いることとした。また、第1レンズL1と第2レンズL2の間隔 D_2 は、 $D_2 = d_2 + d_3 + d_4$ である。

【0034】

非球面データは、各表1から表7のそれぞれ右欄に面番号とともに示した。開

口絞りS1の両面 r_3 と r_4 、またカバーガラスの両面 r_7 と r_8 は、平面であるので、曲率半径 ∞ と表示している。

【0 0 3 5】

この発明で使用される非球面は、次の式で与えられる。

$$Z = ch^2 / [1 + \{1 - (1+k)c^2h^2\}^{1/2}] + A_0h^4 + B_0h^6 + C_0h^8 + D_0h^{10}$$

ただし、

Z : 面頂点に対する接平面からの深さ

c : 面の近軸的曲率

h : 光軸からの高さ

k : 円錐定数

A_0 : 4 次の非球面係数

B_0 : 6 次の非球面係数

C_0 : 8 次の非球面係数

D_0 : 10 次の非球面係数

この明細書中の各表1から表7において、非球面係数を示す数値の表示において、指数表示、例えば「 $e-1$ 」は、「10の -1 乗」を意味する。また、焦点距離 f として示した値は、第1及び第2のレンズから成るレンズ系の合成焦点距離である。

【0 0 3 6】

以下に、第1実施例乃至第7実施例に関する構成レンズの曲率半径(mm単位)、レンズ面間隔(mm単位)、レンズ素材の屈折率、レンズ素材のアッベ数、焦点距離、開口数及び非球面係数を一覧にして掲げる。

【0 0 3 7】

【表 1】

第1実施例

曲率半径(<i>r_i</i>) (単位:mm)		間隔(<i>d_i</i>) (単位:mm)	屈折率(N _i)	アッベ数(ν_i)	非球面係数				
					<i>k</i>	<i>A₀</i>	<i>B₀</i>	<i>C₀</i>	<i>D₀</i>
<i>r</i> 1 = 1.1005		<i>d</i> 1 = 1.0000	N1 = 1.53	ν 1 = 56.0	0.2914e0	-0.2893e-1	0.4143e-1	-0.1157e-1	-0.2254e-1
<i>r</i> 2 = 0.9969		<i>d</i> 2 = 0.1800			0.2038e+1	-0.8885e-1	0.3046e0	0.3106e+1	-0.8533e+1
<i>r</i> 3 = ∞		<i>d</i> 3 = 0.0500							
<i>r</i> 4 = ∞		<i>d</i> 4 = 0.1200							
<i>r</i> 5 = -1.5132		<i>d</i> 5 = 1.0000	N5 = 1.53	ν 5 = 56.0	0.4601e+1	0.6354e-1	-0.9808e0	0.7594e0	0.1325e+1
<i>r</i> 6 = -0.9973		<i>d</i> 6 = 1.3415			0.1829e0	-0.1055e-1	0.8696e-1	-0.1550e0	0.8639e-1
<i>r</i> 7 = ∞		<i>d</i> 7 = 0.5000	N7 = 1.52	(フィルタ)					
<i>r</i> 8 = ∞		<i>d</i> 8 = 1.0000							

近軸データ: 焦点距離 *f* = 3.718 mm
開口数 *Fno* = 2.80

【 0 0 3 8 】

【表 2】

第2実施例

曲率半径(r _i) (単位:mm)		間隔(d _i) (単位:mm)	屈折率(Ni)	アッベ数(ν _i)	非球面係数				
					k	A ₀	B ₀	C ₀	D ₀
r ₁ = 1.0200		d ₁ = 1.1000	N ₁ = 1.53	ν ₁ = 56.0	0.6600e-1	-0.9800e-2	0.1220e-1	-0.3070e-1	0.1540e-1
r ₂ = 1.2660		d ₂ = 0.1500			0.3600e+1	-0.1090e0	0.3790e0	-0.9480e0	-0.1860e+1
r ₃ = ∞		d ₃ = 0.0500							
r ₄ = ∞		d ₄ = 0.1500							
r ₅ = -1.7600		d ₅ = 0.9500	N ₅ = 1.53	ν ₅ = 56.0	0.9200e+1	-0.1100e0	0.4890e0	-0.1520e+1	-0.3900e-1
r ₆ = -1.4860		d ₆ = 0.4961			0.1260e+1	0.3200e-1	-0.2300e0	0.3200e0	-0.1900e0
r ₇ = ∞		d ₇ = 0.5000	N ₇ = 1.49	(フィルタ)					
r ₈ = ∞		d ₈ = 1.0000							

近軸データ: 焦点距離 $f = 3.800$ mm
開口数 $F_{no} = 2.80$

【 0 0 3 9 】

【表 3】

第3実施例

曲率半径(ri) (単位:mm)		間隔(di) (単位:mm)	屈折率(Ni)	アッベ数(νi)	非球面係数				
					k	A ₀	B ₀	C ₀	D ₀
r1 = 1.0546		d1 = 1.1000	N1 = 1.53	ν 1 = 56.0	0.1538e0	-0.3547e-2	-0.1102e-1	0.1157e-1	-0.1312e-1
r2 = 1.1658		d2 = 0.1500			0.3564e+1	-0.1446e0	0.6199e0	-0.1363e+1	-0.2819e+1
r3 = ∞		d3 = 0.0500							
r4 = ∞		d4 = 0.1000							
r5 = -1.9760		d5 = 0.9500	N5 = 1.53	ν 5 = 56.0	0.1106e+2	-0.1139e0	0.5364e0	-0.2651e+1	-0.2241e+1
r6 = -1.1538		d6 = 0.4597			0.5836e0	0.5789e-1	-0.2171e0	0.3016e0	-0.1784e0
r7 = ∞		d7 = 0.5000	N7 = 1.49	(フィルタ)					
r8 = ∞		d8 = 1.0000							

近軸データ: 焦点距離 f = 3.302 mm
開口数 Fno = 2.80

【 0 0 4 0 】

【表 4】

第4実施例

曲率半径(<i>r_i</i>) (単位: mm)		間隔(<i>d_i</i>) (単位: mm)	屈折率(<i>N_i</i>)	アッベ数(<i>ν_i</i>)	非球面係数				
					<i>k</i>	<i>A₀</i>	<i>B₀</i>	<i>C₀</i>	<i>D₀</i>
<i>r</i> 1 = 0.9810		<i>d</i> 1 = 1.0200	<i>N</i> 1 = 1.53	<i>ν</i> 1 = 56.0	0.1538e0	-0.4410e-2	-0.1584e-1	0.1923e-1	-0.2521e-1
<i>r</i> 2 = 1.0840		<i>d</i> 2 = 0.1400			0.3564e+1	-0.1797e0	0.8910e0	-0.2265e+1	-0.5418e+1
<i>r</i> 3 = ∞		<i>d</i> 3 = 0.0500							
<i>r</i> 4 = ∞		<i>d</i> 4 = 0.0890							
<i>r</i> 5 = -1.8380		<i>d</i> 5 = 0.8900	<i>N</i> 5 = 1.53	<i>ν</i> 5 = 56.0	0.1106e+2	-0.1416e0	0.7711e0	-0.4406e+1	-0.4307e+1
<i>r</i> 6 = -1.0730		<i>d</i> 6 = 0.8404			0.5836e0	0.7197e-1	-0.3121e0	0.5013e0	-0.3429e0
<i>r</i> 7 = ∞		<i>d</i> 7 = 0.5000	<i>N</i> 7 = 1.49	(フィルタ)					
<i>r</i> 8 = ∞		<i>d</i> 8 = 0.5000							

近軸データ: 焦点距離 *f* = 3.073 mm
開口数 *Fno* = 2.80

【 0 0 4 1 】

【表 5】

第5実施例

曲率半径(r_i) (単位: mm)	間隔(d_i) (単位: mm)	屈折率(N_i)	アッベ数(ν_i)	非球面係数				
				k	A_0	B_0	C_0	D_0
$r1 = 1.1547$	$d1 = 1.0000$	$N1 = 1.58$	$\nu 1 = 30.0$	0.3245e0	-0.1280e-1	0.2310e-1	-0.1500e-1	0.2145e-2
$r2 = 1.0521$	$d2 = 0.1800$			0.2136e+1	-0.5234e-1	-0.7000e-1	0.2556e+1	-0.8533e+1
$r3 = \infty$	$d3 = 0.0500$							
$r4 = \infty$	$d4 = 0.1200$							
$r5 = -1.4365$	$d5 = 1.0000$	$N5 = 1.53$	$\nu 5 = 56.0$	0.5158e+1	0.1000e0	-0.1156e+1	0.1548e+1	0.4300e+1
$r6 = -1.0050$	$d6 = 1.3485$			0.1935e0	0.2784e-1	0.2389e-1	-0.1500e0	0.1463e0
$r7 = \infty$	$d7 = 0.5000$	$N7 = 1.52$	(フィルタ)					
$r8 = \infty$	$d8 = 1.0000$							

近軸データ: 焦点距離 $f = 3.797$ mm
開口数 $Fno = 2.80$

【 0 0 4 2 】

【表 6】

第6実施例

曲率半径(r) (単位:mm)		間隔(di) (単位:mm)	屈折率(Ni)	アッベ数(νi)	非球面係数				
					k	A ₀	B ₀	C ₀	D ₀
r1 = 1.0050		d1 = 1.1000	N1 = 1.53	ν 1 = 56.0	0.7037e-1	-0.1140e-1	0.1400e-1	-0.3210e-1	0.1410e-1
r2 = 1.2501		d2 = 0.1500			0.3323e+1	-0.1200e0	0.7480e0	0.6630e-1	-0.3000e+1
r3 = ∞		d3 = 0.0500							
r4 = ∞		d4 = 0.1500							
r5 = -1.7322		d5 = 0.9500	N5 = 1.58	ν 5 = 30.0	0.7800e+1	-0.7600e-1	0.4540e0	-0.1600e+1	0.2660e+1
r6 = -1.5507		d6 = 0.5001			0.1230e+1	0.4940e-1	-0.2000e0	0.2100e0	-0.1000e0
r7 = ∞		d7 = 0.5000	N7 = 1.49	(フィルタ)					
r8 = ∞		d8 = 1.0000							

近軸データ: 焦点距離 $f = 3.799$ mm
開口数 $Fno = 2.80$

【 0 0 4 3 】

【表 7】

第7実施例

曲率半径(r_i) (単位:mm)		間隔(d_i) (単位:mm)	屈折率(n_i)	アッベ数(ν_i)	非球面係数				
					k	A ₀	B ₀	C ₀	D ₀
$r1 = 1.0807$		$d1 = 1.1000$	$N1 = 1.58$	$\nu 1 = 30.0$	0.1212e0	-0.2155e-1	0.3330e-1	-0.4470e-1	0.1366e-1
$r2 = 1.2496$		$d2 = 0.1500$			0.3100e+1	-0.1115e0	0.7037e0	-0.8670e0	-0.1430e+1
$r3 = \infty$		$d3 = 0.0500$							
$r4 = \infty$		$d4 = 0.1500$							
$r5 = -1.9498$		$d5 = 0.9500$	$N5 = 1.58$	$\nu 5 = 30.0$	0.7550e+1	-0.7000e-1	0.2770e0	-0.2100e+1	0.2000e+1
$r6 = -1.6027$		$d6 = 0.5091$			0.1300e+1	0.1970e-1	-0.1600e0	0.2140e0	-0.1250e0
$r7 = \infty$		$d7 = 0.5000$	$N7 = 1.49$	(フィルタ)					
$r8 = \infty$		$d8 = 1.0000$							

近軸データ: 焦点距離 $f = 3.792$ mm
開口数 $Fno = 2.80$

【 0 0 4 4 】

以下、図2～図29を参照してそれぞれ第1から第7の実施例を説明する。

【0045】

図2、図6、図10、図14、図18、図22及び図26にレンズ構成の概略図を示した。また図3、図7、図11、図15、図19、図23及び図27において歪曲収差曲線、図4、図8、図12、図16、図20、図24及び図28において非点収差曲線及び図5、図9、図13、図17、図21、図25及び図29において色・球面収差曲線を示した。

【0046】

歪曲収差曲線は、光軸からの距離（縦軸に像面内での光軸からの最大距離を100として百分率表示してある。）に対して、収差量（横軸に正接条件の不満足量を百分率表示してある。）を示した。非点収差曲線は、歪曲収差曲線と同様に、光軸からの距離に対して、収差量を横軸（mm単位）にとって示した。また、非点収差においては、メリジオナル面と球欠像面サジタル面とにおける収差量（mm単位）を横軸にとって表示した。色・球面収差曲線においては、入射高 h （Fナンバー）に対して、収差量を横軸（mm単位）にとって示した。また、色・球面収差曲線においては、C線（波長656.3nmの光）、d線（波長587.6 nmの光）、e線（波長546.1 nmの光）、F線（波長486.1 nmの光）及びg線（波長435.8 nmの光）に対する収差値を示した。屈折率は、d線（波長587.6 nmの光）における屈折率を示す。

【0047】

以下に、各実施例の特徴を示す。

第1実施例乃至第4実施例まで共に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正の屈折力を有する第1レンズL1及び第2レンズL2に、シクロオレフィン系プラスチックであるゼオネックスE48R（ゼオネックスは日本ゼオン株式会社の登録商標で、E48Rは商品番号である。以後単に「ゼオネックス」という。）を用いた。また、第5実施例では、第1レンズL1にポリカーボネートを用い、また、第2レンズL2にはゼオネックスを用いた。第6実施例では、第1レンズL1にゼオネックスを第2レンズL2にはポリカーボネートを用いた。第7実施例では、第1レンズL1及び第2レンズL2ともにポリカーボネートを用いた。

【0048】

また、第1レンズL1の両面、第2レンズL2の両面を非球面とした。すなわち、非球面の数は、各実施例ともに4面である。

【0049】

第1レンズL1及び第2レンズL2の素材であるゼオネックスE48Rのアッベ数は、56（d線に対する屈折率が1.53である。）であり、また、ポリカーボネートのアッベ数は、30（d線に対する屈折率が1.58である。）である。シミュレーションの結果、これらレンズの素材のアッベ数が30から60の範囲内であれば、収差等レンズ性能に実質的な差異は現れないことが分かった。すなわち、アッベ数が上述の値の範囲内であれば、この発明の目的とする撮像用レンズの諸収差が従来の撮像用レンズの諸収差に比べて良好に補正され、かつ光学長が最大でも6 mmの撮像用レンズが実現できることが分かった。

【0050】

レンズ系と撮像面との間に、第1実施例乃至第7実施例では、それぞれ厚さが0.5 mmのフィルタを挿入してある。第1実施例及び第5実施例では、このフィルタの素材としてアクリル（d線に対する屈折率が1.52である。）を用いた。一方、第2実施例、第3実施例、第4実施例、第6実施例及び第7実施例では、このフィルタの素材としてガラス（d線に対する屈折率が1.49である。）を用いた。これらフィルタの存在も前提として、以下に説明する諸収差を計算してある。

【0051】

（第1実施例）

- （A）レンズ全体の焦点距離 f は、 $f=3.718$ mm である。
- （B）第2レンズL2の物体側曲率半径 r_5 は、 $r_5=-1.5132$ mm である。
- （C）第2レンズL2の像側曲率半径 r_6 は、 $r_6=-0.9973$ mm である。
- （D）バックフォーカス b_f は、 $b_f=2.671$ mm である。
- （E）第1レンズL1の物体側面から像面までの空気中での距離、すなわち光学長 d は、 $d=5.021$ mm である。
- （F）第1レンズL1の物体側曲率半径 r_1 は、 $r_1=1.1005$ mm である。
- （G）第1レンズL1の像側曲率半径 r_2 は、 $r_2=0.9969$ mm である。
- （H）第1レンズL1と第2レンズL2との間隔 D_2 は、 $D_2=0.35$ mm である。
- （I）第1レンズL1の焦点距離 f_1 は、 $f_1=8.68$ mm である。
- （J）第2レンズL2の焦点距離 f_2 は、 $f_2=3.34$ mm である。

よって、

$$(1) \quad |r_5/f| = |-1.5132/3.718| = 0.407、$$

$$(2) \quad (r_5+r_6)/(r_5-r_6) = (1.5132+0.9973)/(1.5132-0.9973) = 4.866、$$

$$(3) \quad d/f = 5.021/3.718 = 1.350、$$

$$(4) \quad r_1/r_2 = 1.1005/0.9969 = 1.104、及び$$

$$(5) \quad D_2/f = 0.35/3.718 = 0.0941$$

となるので、第1実施例のレンズ系は、以下の条件式(1)から条件式(5)までのいずれをも満たしている。

【0052】

$$0.2 < |r_5/f| < 3.1 \quad (1)$$

$$3.0 < (r_5+r_6)/(r_5-r_6) < 19.0 \quad (2)$$

$$1.0 < d/f < 1.5 \quad (3)$$

$$0.5 < r_1/r_2 < 2.0 \quad (4)$$

$$0.08 < D_2/f < 0.1 \quad (5)$$

以後、条件式とは上記(1)から(5)までの5つの式を指すものとする。

【0053】

開口絞りS1は、表1に示すとおり、第1レンズL1の第2面(像側の面)から後方0.18 mm($d_2=0.18$ mm)の位置に設けられている。また、開口数(Fナンバー)は、2.8であり、合成焦点距離fは、3.718 mmである。

【0054】

図2に第1実施例の撮像用レンズの断面図を示す。この撮像用レンズの光学長は、5.021 mmとなっており、この値は、6 mm以内に収まっている。また、バックフォーカスも2.671 mmと十分な長さに確保できている。

【0055】

図3に示す歪曲収差曲線20、図4に示す非点収差曲線(メリジオナル面に対する収差曲線22及びサジタル面に対する収差曲線24)、図5に示す色・球面収差曲線(C線に対する収差曲線26、d線に対する収差曲線28、e線に対する収差曲線30、F線に対する収差曲線32及びg線に対する収差曲線34)については、それぞれグラフによって示してある。

【0056】

図3及び図4の収差曲線の縦軸は、像高を光軸からの距離の何%であるかで示している。図3及び図4中で、100%、85%、80%、70%、50%、及び30%は、それぞれ、2.24 mm、1.90 mm、1.79 mm、1.56 mm、1.12 mm、及び 0.67 mm に対応している。第1実施例において、像高2.24 mmは、主光線のレンズ系への入射前に光軸となす角に換算すると、 31.5° に相当する。また、図5の収差曲線の縦軸は、入射高 h (Fナンバー)を示しており、最大がF2.8に対応する。図5の横軸は、収差の大きさを示している。

【0057】

歪曲収差は、像高100% (像高2.24 mm) 位置において収差量の絶対値が1.76%と最大になっており、像高2.24 mm以下の範囲で収差量の絶対値が1.76%以内に収まっている。

【0058】

非点収差は、像高60% (像高1.34 mm) 位置においてメリジオナル面における収差量の絶対値が0.0876 mmと最大になっており、また、像高2.24 mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.0876 mm以内に収まっている。

【0059】

色・球面収差は、入射高 h の50% においてg線に対する収差量の絶対値が0.15 mmと最大になっており、収差量の絶対値が0.15mm以内に収まっている。

【0060】

(第2実施例)

- (A) レンズ全体の焦点距離 f は、 $f=3.800$ mm である。
- (B) 第2レンズL2の物体側曲率半径 r_5 は、 $r_5=-1.760$ mm である。
- (C) 第2レンズL2の像側曲率半径 r_6 は、 $r_6=-1.486$ mm である。
- (D) バックフォーカス b_f は、 $b_f=1.831$ mm である。
- (E) 第1レンズL1の物体側面から像面までの空気中での距離 d すなわち、光学長は、 $d=4.231$ mm である。
- (F) 第1レンズL1の物体側曲率半径 r_1 は、 $r_1=1.020$ mm である。
- (G) 第1レンズL1の像側曲率半径は r_2 、 $r_2=1.266$ mm である。

(H) 第1レンズL1と第2レンズL2との間隔 D_2 は、 $D_2=0.35$ mm である。

(I) 第1レンズL1の焦点距離 f_1 は、 $f_1=3.94$ mm である。

(J) 第2レンズL2の焦点距離 f_2 は、 $f_2=8.29$ mm である。

よって、

$$(1) \quad |r_5/f| = |-1.760/3.800| = 0.463、$$

$$(2) \quad (r_5+r_6)/(r_5-r_6) = (1.760+1.486)/(1.760-1.486) = 11.85、$$

$$(3) \quad d/f = 4.231/3.800 = 1.1134、$$

$$(4) \quad r_1/r_2 = 1.020/1.266 = 0.806、及び$$

$$(5) \quad D_2/f = 0.35/3.800 = 0.0921$$

となるので、第2実施例のレンズ系は、以下の条件式(1)から条件式(5)までのいずれをも満たしている。

【0061】

$$0.2 < |r_5/f| < 3.1 \quad (1)$$

$$3.0 < (r_5+r_6)/(r_5-r_6) < 19.0 \quad (2)$$

$$1.0 < d/f < 1.5 \quad (3)$$

$$0.5 < r_1/r_2 < 2.0 \quad (4)$$

$$0.08 < D_2/f < 0.1 \quad (5)$$

開口絞りS1は、表2に示すとおり、第1レンズL1の第2面(像側の面)から後方0.15 mm ($d_2=0.15$ mm)の位置に設けられている。また、開口数(Fナンバー)は、2.8であり、また、合成焦点距離 f は、3.800 mmである。

【0062】

図6に第2実施例の撮像用レンズの断面図を示す。この撮像用レンズの光学長は、4.231 mmとなっており、この値は、6 mm以内に収まっている。また、バックフォーカスも1.831 mmと十分に確保できている。

【0063】

図7に示す歪曲収差曲線36、図8に示す非点収差曲線(メリジオナル面に対する収差曲線38及びサジタル面に対する収差曲線40)、図9に示す色・球面収差曲線(C線に対する収差曲線42、d線に対する収差曲線44、e線に対する収差曲線46、F線に対する収差曲線48及びg線に対する収差曲線50)については、それぞれグ

ラフによって示してある。図7及び図8の収差曲線の縦軸は、像高を光軸からの距離の何%であるかで示しており、100%、85%、80%、70%、50%、及び30%は、それぞれ、2.24 mm、1.91 mm、1.80 mm、1.58 mm、1.13 mm、及び 0.68 mmに対応している。第2実施例において、像高2.24 mmは、主光線のレンズ系への入射前に光軸となす角に換算すると、 31.0° に相当する。また、図9の収差曲線の縦軸は、入射高 h (F ナンバー) を示しており、最大が F 2.8 に対応する。図9の横軸は、収差の大きさを示している。

【0064】

歪曲収差は、像高100% (像高2.24 mm) 位置において収差量の絶対値が2.46%と最大になっており、また、像高2.24 mm以下の範囲で収差量の絶対値が、2.46%以内に収まっている。

【0065】

非点収差は、像高100% (像高2.24 mm) 位置においてメリジオナル面における収差量の絶対値が0.0696 mmと最大になっており、また、像高2.24 mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.0696 mm以内に収まっている。

【0066】

色・球面収差は、入射高 h 100% においてg線に対する収差量の絶対値が0.12 mmと最大になっており、また、収差量の絶対値が、0.12 mm以内に収まっている。

【0067】

(第3実施例)

- (A) レンズ全体の焦点距離 f は、 $f=3.302$ mm である。
- (B) 第2レンズL2の物体側曲率半径 r_5 は、 $r_5=-1.976$ mm である。
- (C) 第2レンズL2の像側曲率半径 r_6 は、 $r_6=-1.154$ mm である。
- (D) バックフォーカス b_f は、 $b_f=1.795$ mm である。
- (E) 第1レンズL1の物体側面から像面までの空気中での距離 d すなわち、光学長は、 $d=4.145$ mm である。
- (F) 第1レンズL1の物体側曲率半径 r_1 は、 $r_1=1.0546$ mm である。
- (G) 第1レンズL1の像側曲率半径 r_2 は、 $r_2=1.1658$ mm である。
- (H) 第1レンズL1と第2レンズL2との間隔 D_2 は、 $D_2=0.30$ mm である。

(I) 第1レンズL1の焦点距離 f_1 は、 $f_1 = 4.78 \text{ mm}$ である。

(J) 第2レンズL2の焦点距離 f_2 は、 $f_2 = 3.78 \text{ mm}$ である。

よって、

$$(1) \quad |r_5/f| = |-1.976/3.302| = 0.598、$$

$$(2) \quad (r_5+r_6)/(r_5-r_6) = (1.976+1.154)/(1.976-1.154) = 3.808、$$

$$(3) \quad d/f = 4.145/3.302 = 1.2553、$$

$$(4) \quad r_1/r_2 = 1.0546/1.1658 = 0.905、及び$$

$$(5) \quad D_2/f = 0.3/3.302 = 0.0909$$

となるので、第3実施例のレンズ系は、以下の条件式(1)から条件式(5)までのいずれをも満たしている。

【0068】

$$0.2 < |r_5/f| < 3.1 \quad (1)$$

$$3.0 < (r_5+r_6)/(r_5-r_6) < 19.0 \quad (2)$$

$$1.0 < d/f < 1.5 \quad (3)$$

$$0.5 < r_1/r_2 < 2.0 \quad (4)$$

$$0.08 < D_2/f < 0.1 \quad (5)$$

開口絞りS1は、表3に示すとおり、第1レンズL1の第2面(像側の面)から後方0.15 mm ($d_2 = 0.15 \text{ mm}$)の位置に設けられている。また、開口数(Fナンバー)は、2.8であり、合成焦点距離 f は、3.302 mmである。

【0069】

図10に第3実施例の撮像用レンズの断面図を示す。この撮像用レンズの光学長は、4.145 mmとなっており、6 mm以内に収まっている。また、バックフォーカスも1.795 mmと十分に確保できている。

【0070】

図11に示す歪曲収差曲線52、図12に示す非点収差曲線(メリジオナル面に対する収差曲線54及びサジタル面に対する収差曲線56)、図13に示す色・球面収差曲線(C線に対する収差曲線58、d線に対する収差曲線60、e線に対する収差曲線62、F線に対する収差曲線64及びg線に対する収差曲線66)については、それぞれグラフによって示してある。図11及び図12の収差曲線の縦軸は、像高を光軸から

の距離の何%であるかで示しており、100%、85%、80%、70%、50%、及び30%はそれぞれ、2.24 mm、1.91 mm、1.80 mm、1.58 mm、1.13 mm、及び 0.68 mm に対応している。第3実施例において、像高2.25 mmは、主光線のレンズ系への入射前に光軸となす角に換算すると、 35.0° に相当する。また、図13の収差曲線の縦軸は、入射高 h (F ナンバー) を示しており、最大が F 2.8 に対応する。図13の横軸は収差の大きさを示している。

【 0 0 7 1 】

歪曲収差は、像高100% (像高2.24 mm) 位置において収差量の絶対値が、2.65 %と最大になっており、また、像高2.24 mm以下の範囲で収差量の絶対値が、2.6 5%以内に収まっている。

【 0 0 7 2 】

非点収差は、像高100% (像高2.24 mm) 位置においてメリジオナル面における収差量の絶対値が0.066 mmと最大になっており、また、像高2.25 mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.066以内に収まっている。

【 0 0 7 3 】

色・球面収差は、入射高 h 70% においてg線に対する収差量の絶対値が、0.102 mmと最大になっており、また、収差量の絶対値が0.102 mm以内に収まっている。

【 0 0 7 4 】

(第4実施例)

(A) レンズ全体の焦点距離 f は、 $f=3.073$ mm である。

(B) 第2レンズL2の物体側曲率半径 r_5 は、 $r_5=-1.838$ mm である。

(C) 第2レンズL2の像側曲率半径 r_6 は、 $r_6=-1.073$ mm である。

(D) バックフォーカス b_f は、 $b_f=1.675$ mm である。

(E) 第1レンズL1の物体側面から像面までの空気中での距離 d すなわち、光学長は、 $d=3.864$ mm である。

(F) 第1レンズL1の物体側曲率半径 r_1 は、 $r_1=0.981$ mm である。

(G) 第1レンズL1の像側曲率半径は r_2 、 $r_2=1.084$ mm である。

(H) 第1レンズL1と第2レンズL2との間隔 D_2 は、 $D_2=0.279$ mm である。

(I) 第1レンズL1の焦点距離 f_1 は、 $f_1 = 4.46 \text{ mm}$ である。

(J) 第2レンズL2の焦点距離 f_2 は、 $f_2 = 3.51 \text{ mm}$ である。

よって、

$$(1) \quad |r_5/f| = |-1.838/3.073| = 0.598、$$

$$(2) \quad (r_5+r_6)/(r_5-r_6) = (1.838+1.073)/(1.838-1.073) = 3.805、$$

$$(3) \quad d/f = 3.864/3.073 = 1.2574、$$

$$(4) \quad r_1/r_2 = 0.981/1.084 = 0.905、及び$$

$$(5) \quad D_2/f = 0.279/3.073 = 0.0908$$

となるので、第4実施例のレンズ系は、以下の条件式(1)から条件式(5)までのいずれをも満たしている。

【0075】

$$0.2 < |r_5/f| < 3.1 \quad (1)$$

$$3.0 < (r_5+r_6)/(r_5-r_6) < 19.0 \quad (2)$$

$$1.0 < d/f < 1.5 \quad (3)$$

$$0.5 < r_1/r_2 < 2.0 \quad (4)$$

$$0.08 < D_2/f < 0.1 \quad (5)$$

開口絞りS1は、表4に示すとおり、第1レンズL1の第2面(像側の面)から後方0.14 mm ($d_2 = 0.14 \text{ mm}$)の位置に設けられている。また、開口数(Fナンバー)は、2.8であり、また、合成焦点距離 f は、3.073 mmである。

【0076】

図14に第4実施例の撮像用レンズの断面図を示す。この撮像用レンズの光学長は、3.864 mmとなっており、6 mm以内に収まっている。また、バックフォーカスも1.675 mmと十分に確保できている。

【0077】

図15に示す歪曲収差曲線68、図16に示す非点収差曲線(メリジオナル面に対する収差曲線70及びサジタル面に対する収差曲線72)、図17に示す色・球面収差曲線(C線に対する収差曲線74、d線に対する収差曲線76、e線に対する収差曲線78、F線に対する収差曲線80及びg線に対する収差曲線82)については、それぞれグラフによって示してある。

【0078】

図15及び図16の収差曲線の縦軸は、像高を光軸からの距離の何%であるかで示しており、100%、85%、80%、70%、50%、及び30%は、それぞれ、1.80 mm、1.53 mm、1.44 mm、1.26 mm、0.90 mm、及び 0.54 mm に対応している。第4実施例において、像高1.80 mmは、主光線のレンズ系への入射前に光軸となす角に換算すると、 31.0° に相当する。また、図17の収差曲線の縦軸は、入射高 h (Fナンバー)を示しており、最大がF2.8に対応する。図17の横軸は収差の大きさを示している。

【0079】

歪曲収差は、像高100% (像高1.80 mm) 位置において収差量の絶対値が1.83%と最大になっており、また、像高1.80 mm以下の範囲で収差量の絶対値が1.83%以内に収まっている。

【0080】

非点収差は、像高80% (像高1.44 mm) 位置においてサジタル面における収差量の絶対値が0.039 mmと最大になっており、また、像高1.80 mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.039以内に収まっている。

【0081】

色・球面収差は、入射高 h 70% においてg線に対する収差量の絶対値が0.0924 mmと最大になっており、また、収差量の絶対値が0.0924 mm以内に収まっている。

【0082】

(第5実施例)

- (A) レンズ全体の焦点距離 f は、 $f=3.797$ mm である。
- (B) 第2レンズL2の物体側曲率半径 r_5 は、 $r_5=-1.4365$ mm である。
- (C) 第2レンズL2の像側曲率半径 r_6 は、 $r_6=-1.0050$ mm である。
- (D) バックフォーカス b_f は、 $b_f=2.678$ mm である。
- (E) 第1レンズL1の物体側面から像面までの空気中での距離 d すなわち、光学長は、 $d=5.028$ mm である。
- (F) 第1レンズL1の物体側曲率半径 r_1 は、 $r_1=1.1547$ mm である。

(G) 第1レンズL1の像側曲率半径 r_2 は、 $r_2=1.0521$ mm である。

(H) 第1レンズL1と第2レンズL2との間隔 D_2 は、 $D_2=0.350$ mm である。

(I) 第1レンズL1の焦点距離 f_1 は、 $f_1=7.84$ mm である。

(J) 第2レンズL2の焦点距離 f_2 は、 $f_2=3.55$ mm である。

よって、

$$(1) \quad |r_5/f| = |-1.4365/3.797| = 0.3783、$$

$$(2) \quad (r_5+r_6)/(r_5-r_6) = (1.4365+1.0050)/(1.4365-1.0050) = 5.6582$$

$$(3) \quad d/f = 5.028/3.797 = 1.3242、$$

$$(4) \quad r_1/r_2 = 1.1574/1.0521 = 1.1001、及び$$

$$(5) \quad D_2/f = 0.350/3.797 = 0.0922$$

となるので、第4実施例のレンズ系は、以下の条件式(1)から条件式(5)までのいずれをも満たしている。

【0083】

$$0.2 < |r_5/f| < 3.1 \quad (1)$$

$$3.0 < (r_5+r_6)/(r_5-r_6) < 19.0 \quad (2)$$

$$1.0 < d/f < 1.5 \quad (3)$$

$$0.5 < r_1/r_2 < 2.0 \quad (4)$$

$$0.08 < D_2/f < 0.1 \quad (5)$$

開口絞りS1は、表5に示すとおり、第1レンズL1の第2面(像側の面)から後方0.18 mm ($d_2=0.18$ mm) の位置に設けられている。また、開口数(Fナンバー)は、2.8であり、また、合成焦点距離 f は、3.797 mmである。

【0084】

図18に第5実施例の撮像用レンズの断面図を示す。この撮像用レンズの光学長は、5.028 mmとなっており、6 mm以内に収まっている。また、バックフォーカスも2.678 mmと十分に確保できている。

【0085】

図19に示す歪曲収差曲線84、図20に示す非点収差曲線(メリジオナル面に対する収差曲線86及びサジタル面に対する収差曲線88)、図21に示す色・球面収差曲

線（C線に対する収差曲線90、d線に対する収差曲線92、e線に対する収差曲線94、F線に対する収差曲線96及びg線に対する収差曲線98）については、それぞれグラフによって示してある。

【 0 0 8 6 】

図19及び図20の収差曲線の縦軸は、像高を光軸からの距離の何%であるかで示しており、100%、85%、80%、70%、50%、及び30%は、それぞれ、2.24 mm、1.90 mm、1.79 mm、1.57 mm、1.12 mm、及び 0.67 mm に対応している。第5実施例において、像高2.24 mmは、主光線のレンズ系への入射前に光軸となす角に換算すると、 30.3° に相当する。また、図21の収差曲線の縦軸は入射高 h (F ナンバー)を示しており、最大がF 2.8に対応する。図21の横軸は、収差の大きさを示している。

【 0 0 8 7 】

歪曲収差は、像高100%（像高2.24 mm）位置において収差量の絶対値が0.83%と最大になっており、また、像高2.24 mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.83%以内に収まっている。

【 0 0 8 8 】

非点収差は、像高60%（像高1.34 mm）位置においてメリジオナル面における収差量の絶対値が、0.103 mmと最大になっており、また、像高2.24 mm以下の範囲で収差量の絶対値が、0.103 mm以内に収まっている。

【 0 0 8 9 】

色・球面収差は、入射高 h 100% においてg線に対する収差量の絶対値が0.2608 mmと最大になっており、また、収差量の絶対値が0.2608 mm以内に収まっている。

【 0 0 9 0 】

（第6実施例）

- (A) レンズ全体の焦点距離fは、 $f=3.799\text{ mm}$ である。
- (B) 第2レンズL2の物体側曲率半径 r_5 は、 $r_5=-1.7322\text{ mm}$ である。
- (C) 第2レンズL2の像側曲率半径 r_6 は、 $r_6=-1.5507\text{ mm}$ である。
- (D) バックフォーカス b_f は、 $b_f=1.835\text{ mm}$ である。

(E) 第1レンズL1の物体側面から像面までの空気中での距離 d すなわち、光学長は、 $d = 4.235 \text{ mm}$ である。

(F) 第1レンズL1の物体側曲率半径 r_1 は、 $r_1 = 1.005 \text{ mm}$ である。

(G) 第1レンズL1の像側曲率半径は r_2 、 $r_2 = 1.250 \text{ mm}$ である。

(H) 第1レンズL1と第2レンズL2との間隔 D_2 は、 $D_2 = 0.350 \text{ mm}$ である。

(I) 第1レンズL1の焦点距離 f_1 は、 $f_1 = 3.84 \text{ mm}$ である。

(J) 第2レンズL2の焦点距離 f_2 は、 $f_2 = 8.67 \text{ mm}$ である。

よって、

$$(1) \quad |r_5/f| = |-1.7322/3.799| = 0.456、$$

$$(2) \quad (r_5+r_6)/(r_5-r_6) = (1.7322+1.5507)/(1.7322-1.5507) = 18.09、$$

$$(3) \quad d/f = 4.235/3.799 = 1.1148、$$

$$(4) \quad r_1/r_2 = 1.005/1.250 = 0.804、及び$$

$$(5) \quad D_2/f = 0.350/3.799 = 0.0921$$

となるので、第4実施例のレンズ系は、以下の条件式(1)から条件式(5)までのいずれをも満たしている。

【0091】

$$0.2 < |r_5/f| < 3.1 \quad (1)$$

$$3.0 < (r_5+r_6)/(r_5-r_6) < 19.0 \quad (2)$$

$$1.0 < d/f < 1.5 \quad (3)$$

$$0.5 < r_1/r_2 < 2.0 \quad (4)$$

$$0.08 < D_2/f < 0.1 \quad (5)$$

開口絞りS1は、表6に示すとおり、第1レンズL1の第2面(像側の面)から後方 0.15 mm ($d_2 = 0.15 \text{ mm}$)の位置に設けられている。また、開口数(Fナンバー)は、2.8であり、合成焦点距離 f は、 3.799 mm である。

【0092】

図22に第6実施例の撮像用レンズの断面図を示す。この撮像用レンズの光学長は、 4.235 mm となっており、 6 mm 以内に収まっている。また、バックフォーカスも 1.835 mm と十分に確保できている。

【0093】

図23に示す歪曲収差曲線100、図24に示す非点収差曲線（メリジオナル面に対する収差曲線102及びサジタル面に対する収差曲線104）、図25に示す色・球面収差曲線（C線に対する収差曲線106、d線に対する収差曲線108、e線に対する収差曲線110、F線に対する収差曲線112及びg線に対する収差曲線114）については、それぞれグラフによって示してある。

【 0 0 9 4 】

図23及び図24の収差曲線の縦軸は、像高を光軸からの距離の何%であるかで示しており、100%、85%、80%、70%、50%、及び30%はそれぞれ、2.24 mm、1.90 mm、1.79 mm、1.57 mm、1.12 mm、及び 0.67 mm に対応している。第6実施例において、像高2.24 mmは、主光線のレンズ系への入射前に光軸となす角に換算すると、 30.8° に相当する。また、図25の収差曲線の縦軸は、入射高 h (F ナンバー)を示しており、最大がF 2.8に対応する。横軸は収差の大きさを示している。

【 0 0 9 5 】

歪曲収差は、像高100%（像高2.24 mm）位置において収差量の絶対値が0.91%と最大になっており、また、像高2.24 mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.91%以内に収まっている。

【 0 0 9 6 】

非点収差は、像高100%（像高2.24 mm）位置においてサジタル面における収差量の絶対値が0.056 mmと最大になっており、また、像高2.24 mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.056 mm以内に収まっている。

【 0 0 9 7 】

色・球面収差は、入射高 h 100% においてg線に対する収差量の絶対値が0.129 mmと最大になっており、収差量の絶対値が0.129 mm以内に収まっている。

【 0 0 9 8 】

（第7実施例）

（A）レンズ全体の焦点距離fは、 $f=3.792\text{ mm}$ である。

（B）第2レンズL2の物体側曲率半径 r_5 は、 $r_5=-1.9498\text{ mm}$ である。

（C）第2レンズL2の像側曲率半径 r_6 は、 $r_6=-1.6027\text{ mm}$ である。

(D) バックフォーカス b_f は、 $b_f = 1.844 \text{ mm}$ である。

(E) 第1レンズL1の物体側面から像面までの空気中での距離 d すなわち、光学長は、 $d = 4.244 \text{ mm}$ である。

(F) 第1レンズL1の物体側曲率半径 r_1 は、 $r_1 = 1.0807 \text{ mm}$ である。

(G) 第1レンズL1の像側曲率半径 r_2 は、 $r_2 = 1.2496 \text{ mm}$ である。

(H) 第1レンズL1と第2レンズL2との間隔 D_2 は、 $D_2 = 0.350 \text{ mm}$ である。

(I) 第1レンズL1の焦点距離 f_1 は、 $f_1 = 4.04 \text{ mm}$ である。

(J) 第2レンズL2の焦点距離 f_2 は、 $f_2 = 7.69 \text{ mm}$ である。

よって、

$$(1) \quad |r_5/f| = |-1.9498/3.792| = 0.5142、$$

$$(2) \quad (r_5+r_6)/(r_5-r_6) = (1.9498+1.6027)/(1.9498-1.6027) = 10.2348$$

$$(3) \quad d/f = 4.244/3.792 = 1.1192、$$

$$(4) \quad r_1/r_2 = 1.0807/1.2496 = 0.8648、及び$$

$$(5) \quad D_2/f = 0.350/3.792 = 0.0923$$

となるので、第4実施例のレンズ系は、以下の条件式(1)から条件式(5)までのいずれをも満たしている。

【0099】

$$0.2 < |r_5/f| < 3.1 \quad (1)$$

$$3.0 < (r_5+r_6)/(r_5-r_6) < 19.0 \quad (2)$$

$$1.0 < d/f < 1.5 \quad (3)$$

$$0.5 < r_1/r_2 < 2.0 \quad (4)$$

$$0.08 < D_2/f < 0.1 \quad (5)$$

開口絞りS1は、表7に示すとおり、第1レンズL1の第2面(像側の面)から後方 0.15 mm ($d_2 = 0.15 \text{ mm}$) の位置に設けられている。また、開口数(Fナンバー)は、2.8であり、合成焦点距離 f は、 3.792 mm である。

【0100】

図26に第7実施例の撮像用レンズの断面図を示す。この撮像用レンズの光学長は、 4.244 mm となっており、 6 mm 以内に収まっている。また、バックフォーカ

スも1.844 mmと十分に確保できている。

【0 1 0 1】

図27に示す歪曲収差曲線116、図28に示す非点収差曲線（メリジオナル面に対する収差曲線118及びサジタル面に対する収差曲線120）、図29に示す色・球面収差曲線（C線に対する収差曲線122、d線に対する収差曲線124、e線に対する収差曲線126、F線に対する収差曲線128及びg線に対する収差曲線130）については、それぞれグラフによって示してある。

【0 1 0 2】

図27及び図28の収差曲線の縦軸は、像高を光軸からの距離の何%であるかで示しており、100%、85%、80%、70%、50%、及び30%はそれぞれ、2.24 mm、1.90 mm、1.79 mm、1.57 mm、1.12 mm、及び 0.67 mm に対応している。第7実施例において、像高2.24 mmは、主光線のレンズ系への入射前に光軸となす角に換算すると、 30.8° に相当する。また、図29の収差曲線の縦軸は、入射高 h (Fナンバー) を示しており、最大がF 2.8に対応する。横軸は、収差の大きさを示している。

【0 1 0 3】

歪曲収差は、像高100%（像高2.24 mm）位置において収差量の絶対値が0.96%と最大になっており、また、像高2.24 mm以下の範囲で収差量の絶対値が、0.96%以内に収まっている。

【0 1 0 4】

非点収差は、像高100%（像高2.24 mm）位置においてサジタル面における収差量の絶対値が、0.0693 mmと最大になっており、また、像高2.24 mm以下の範囲で収差量の絶対値が、0.0693以内に収まっている。

【0 1 0 5】

色・球面収差は、入射高 h 100% においてg線に対する収差量の絶対値が0.1993 mmと最大になっており、収差量の絶対値が0.1993 mm以内に収まっている。

【0 1 0 6】

以上いずれの実施例の撮像用レンズにおいても、CCDまたはCMOSを撮像素子として用いる小型カメラに搭載するレンズに必要とされる性能が確保されているこ

とが分かった。

【0107】

このように、上述したこの発明の撮像用レンズの説明から明らかなように、撮像用レンズの各構成レンズを条件式(1)から(5)を満たすように設計することで、この発明が解決しようとする課題が解決する。すなわち、諸収差が良好に補正され、十分なバックフォーカスが得られかつ光学長が短く保たれた撮像用レンズが得られる。

【0108】

なお、上述した実施例において第1レンズ及び第2レンズにはゼオネックスE48Rというプラスチック素材を用いたが、実施例に掲げた以外のプラスチック材料はもとより、プラスチック素材でなくとも、実施例等で説明した諸条件を満たす素材であれば、ガラスその他の材料を用いることができることは言うまでもない。

【0109】

【発明の効果】

以上、説明したように、この発明は、諸収差が良好に補正され、光学長が最大でも6 mm程度（最も長い第5実施例の撮像用レンズでも5.028 mmである。）であって、電話等に搭載するのに好適な小型CCDカメラに利用するのに好適な撮像用レンズを実現することができる。

【0110】

一方、特許文献1に開示されている、適度な長さのバックフォーカスを有し、広い画角を持つ、歪曲収差の小さい2群2枚構成の撮像レンズの光学長は、全ての実施例中最小の例(特許文献1の第1実施例)で6.56 mmである。この実施例では、物体側に配置されるレンズの物体側の面から像側に配置されるレンズの物体側の面までの距離が2.9 mm（レンズの厚みやレンズ間隔等を加えると1.30 mm +0.30 mm +0.20 mm +1.10 mm=2.9 mmとなる。）であって、バックフォーカスが、3.66 mmであるから、これらの和で与えられる光学長は、6.56 mmとなる。

【0111】

特許文献2に開示されている、バックフォーカスを十分な長さにした上で、物

体側レンズ及び像側レンズの屈折力を適正に設定することができ、かつ製造も容易な2群2枚構成の撮像レンズの光学長は、全ての実施例中最小の例（特許文献2の実施例3）で11.179 mm（レンズの厚みやレンズ間隔等を加えると1.15 mm +3.15 mm +1.25 mm +5.629 mm=11.179 mmとなる。）である。

【0 1 1 2】

また、特許文献3に開示されている、小型、軽量で、テレセントリック性が良好で非点収差が補正しやすく、かつ加工組立が容易な2群2枚構成の撮像レンズの光学長は、全ての実施例中最小の例（特許文献3の実施例5）で5.92 mm（レンズの厚みやレンズ間隔等を加えると0.80 mm +0.30 mm +0.20 mm +0.10 mm +1.30 mm +3.22 mm=5.92 mmとなる。）である。しかし、特許文献3に開示されている撮像レンズであって、光学長が5.92 mmである撮像レンズは、歪曲収差が5%程度あり、g線に対する球面収差量の絶対値が0.2 mmを超えており、また非点収差も0.2 mmを超えている（特許文献3の図10参照）。これら歪曲収差、球面収差及び非点収差の値は、この発明の第1乃至第7実施例に掲げた撮像用レンズのこれら諸収差の値よりはるかに大きい。

【0 1 1 3】

このように、従来例のいずれも、光学長が、6 mmを超えているか、または光学長が、6 mmに達していなくとも収差が十分には除去しきれていないので、最近の携帯電話等に搭載するには好適でない。

【0 1 1 4】

一方、この発明の撮像用レンズによれば、短い光学長であるにもかかわらず、良好な画像が得られ、バックフォーカスも十分に確保できている。すなわち、この発明の撮像用レンズによれば、上述したこの発明の各実施例に示すように、厚さ0.5mm程度のカバーガラスを挿入するには十分な長さに確保されている。具体的には、第1実施例では、2.671mm、第2実施例では、1.831mm、第3実施例では、1.795mm及び第4実施例では、1.675mm、第5実施例では2.678mm、第6実施例では1.835mm、第7実施例では1.844mmと、厚さ0.5mm程度のカバーガラスを挿入するには十分な長さに確保されている。

【0 1 1 5】

また、この発明の撮像用レンズによれば、アッペ数が 3 0 から 6 0 である素材で形成したレンズを用いることができ、その結果、シクロオレフィン系プラスチックあるいはポリカーボネートをレンズ素材として利用することができる。このためコストの高い非球面モールドガラスを使用する必要がなく、低コストで生産できることになり、その上、軽量化も図られる。

【 0 1 1 6 】

以上説明したことから、この発明の撮像用レンズは、携帯電話器、パーソナルコンピュータあるいはデジタルカメラに内蔵するカメラ用レンズとしての利用はもとより、PDA (personal digital assistants) に内蔵するカメラ用レンズ、画像認識機能を具えた玩具に内蔵するカメラ用レンズ、監視、検査あるいは防犯機器等に内蔵するカメラ用レンズとして適用しても好適であるといえる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明による撮像用レンズの断面図である。

【図 2】

第 1 実施例の撮像用レンズの断面図である。

【図 3】

第 1 実施例の撮像用レンズの歪曲収差図である。

【図 4】

第 1 実施例の撮像用レンズの非点収差図である。

【図 5】

第 1 実施例の撮像用レンズの色・球面収差図である。

【図 6】

第 2 実施例の撮像用レンズの断面図である。

【図 7】

第 2 実施例の撮像用レンズの歪曲収差図である。

【図 8】

第 2 実施例の撮像用レンズの非点収差図である。

【図 9】

第 2 実施例の撮像用レンズの色・球面収差図である。

【図 1 0】

第 3 実施例の撮像用レンズの断面図である。

【図 1 1】

第 3 実施例の撮像用レンズの歪曲収差図である。

【図 1 2】

第 3 実施例の撮像用レンズの非点収差図である。

【図 1 3】

第 3 実施例の撮像用レンズの色・球面収差図である。

【図 1 4】

第 4 実施例の撮像用レンズの断面図である。

【図 1 5】

第 4 実施例の撮像用レンズの歪曲収差図である。

【図 1 6】

第 4 実施例の撮像用レンズの非点収差図である。

【図 1 7】

第 4 実施例の撮像用レンズの色・球面収差図である。

【図 1 8】

第 5 実施例の撮像用レンズの断面図である。

【図 1 9】

第 5 実施例の撮像用レンズの歪曲収差図である。

【図 2 0】

第 5 実施例の撮像用レンズの非点収差図である。

【図 2 1】

第 5 実施例の撮像用レンズの色・球面収差図である。

【図 2 2】

第 6 実施例の撮像用レンズの断面図である。

【図 2 3】

第 6 実施例の撮像用レンズの歪曲収差図である。

【図 2 4】

第 6 実施例の撮像用レンズの非点収差図である。

【図 2 5】

第 6 実施例の撮像用レンズの色・球面収差図である。

【図 2 6】

第 7 実施例の撮像用レンズの断面図である。

【図 2 7】

第 7 実施例の撮像用レンズの歪曲収差図である。

【図 2 8】

第 7 実施例の撮像用レンズの非点収差図である。

【図 2 9】

第 7 実施例の撮像用レンズの色・球面収差図である。

【符号の説明】

L 1：第 1 レンズ

L 2：第 2 レンズ

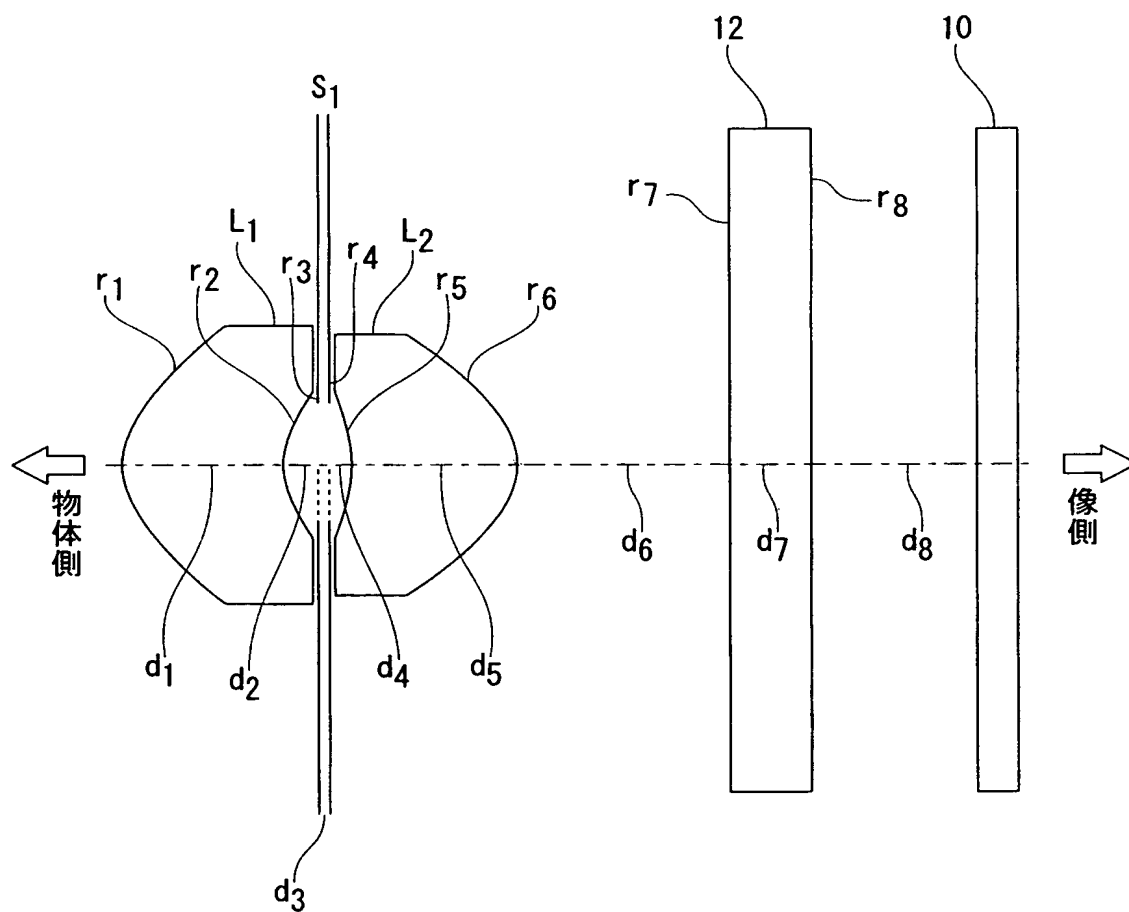
1 0：撮像素子

1 2：カバーガラス

S 1：開口絞り

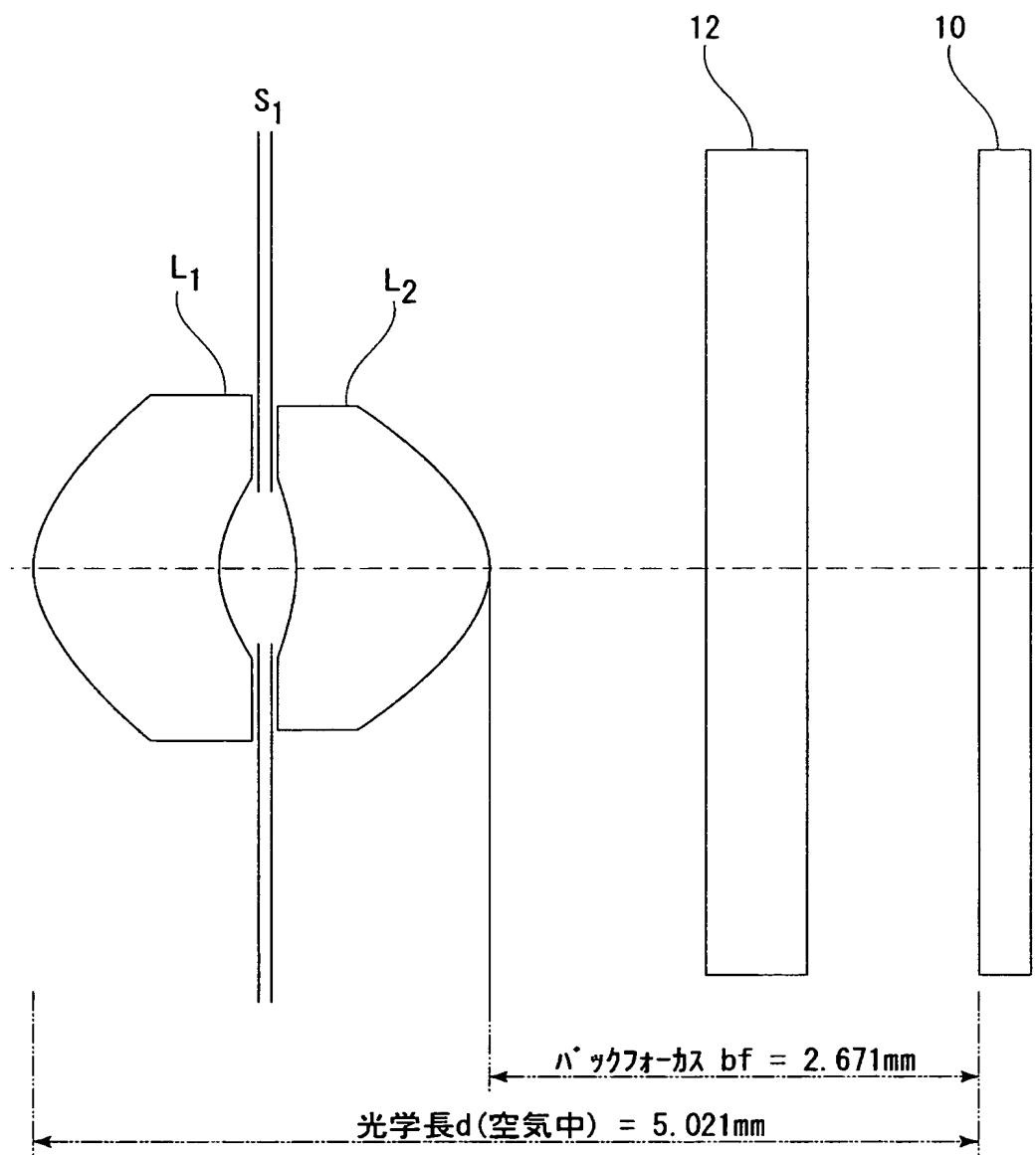
【書類名】 図面

【図 1】



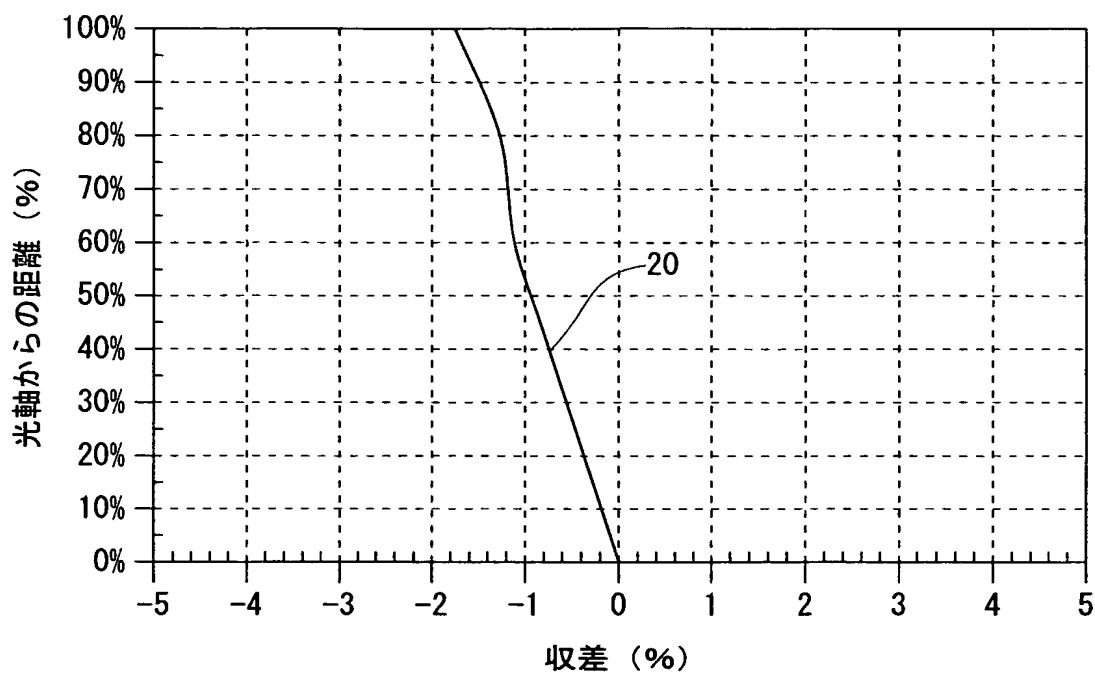
この発明による撮像用レンズの断面図

【図 2】



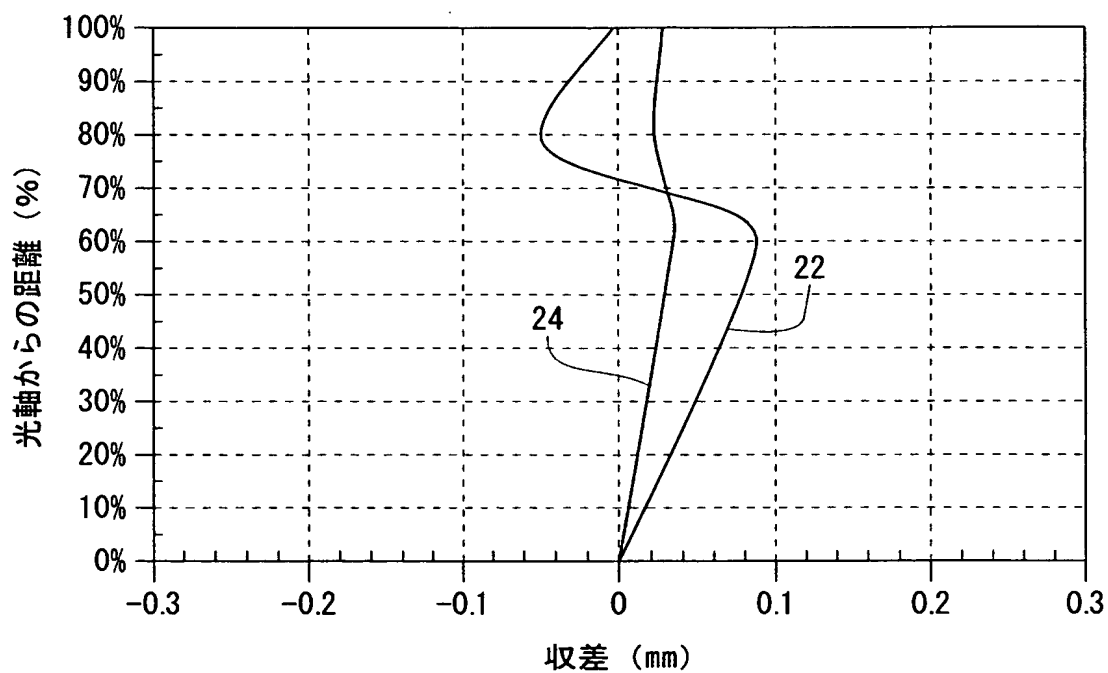
第 1 実施例の撮像用レンズの断面図

【図 3】



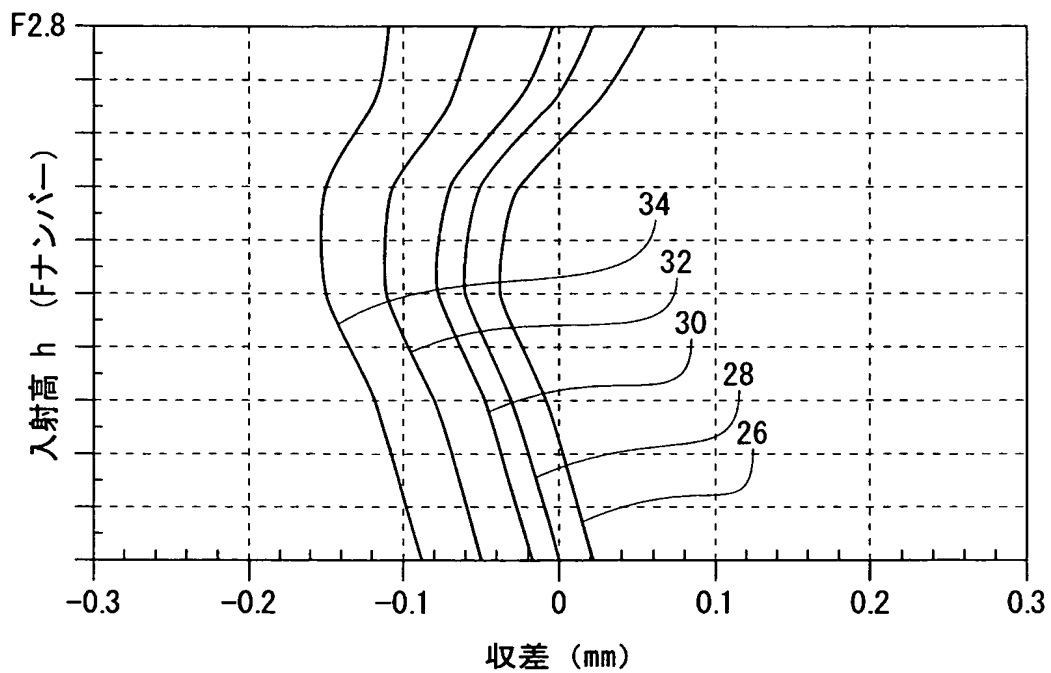
第 1 実施例の撮像用レンズの歪曲収差図

【図 4】



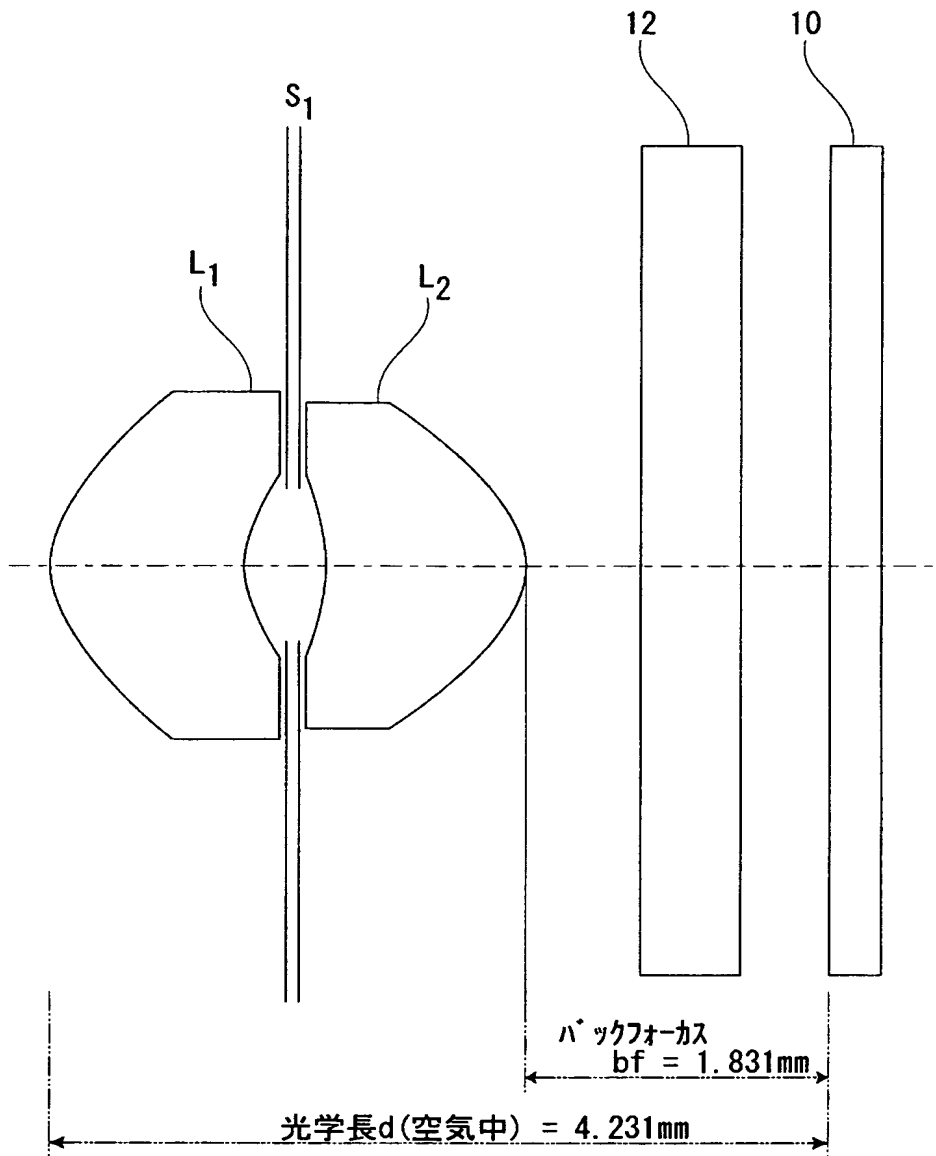
第 1 実施例の撮像用レンズの非点収差図

【図 5】



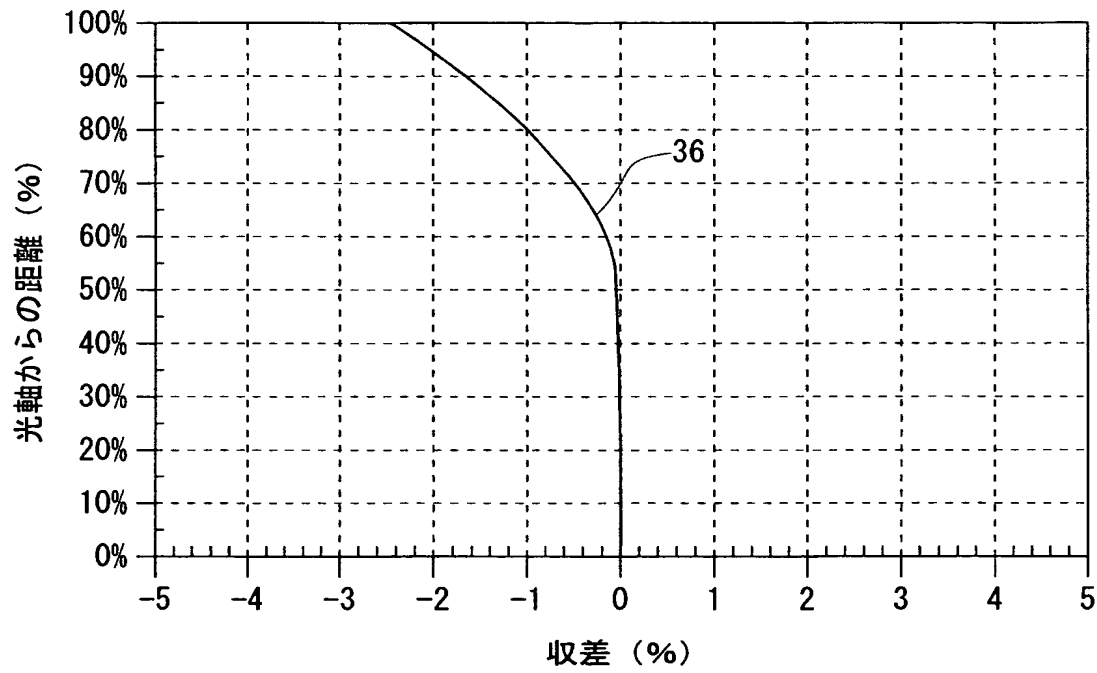
第 1 実施例の撮像用レンズの色・球面収差図

【図 6】



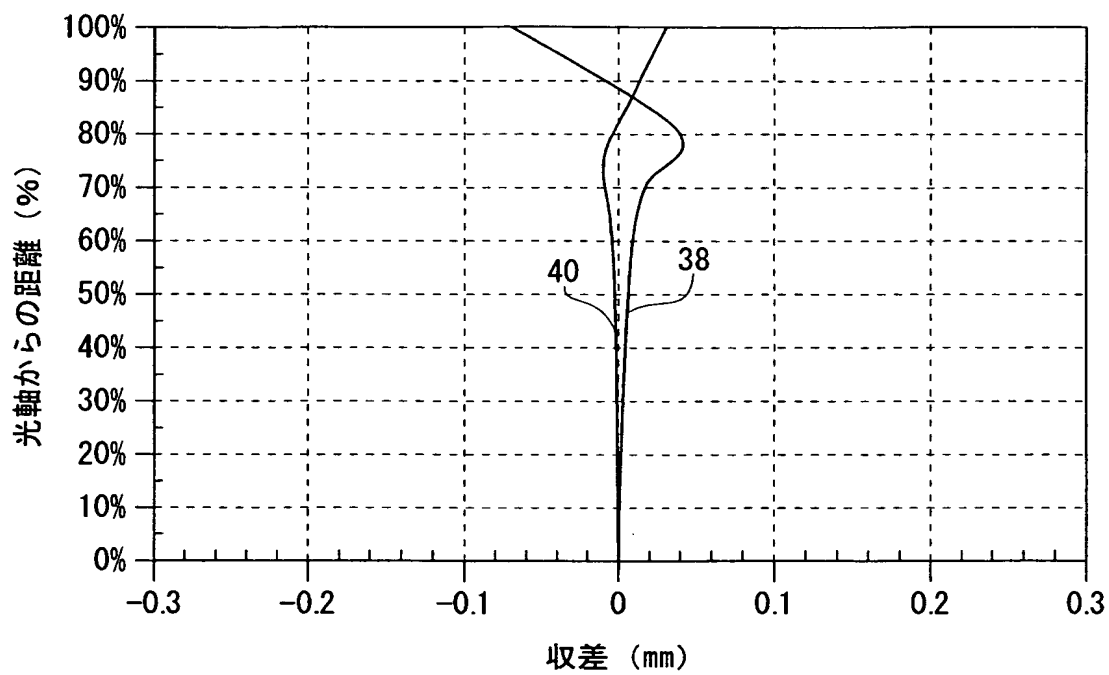
第2実施例の撮像用レンズの断面図

【図 7】



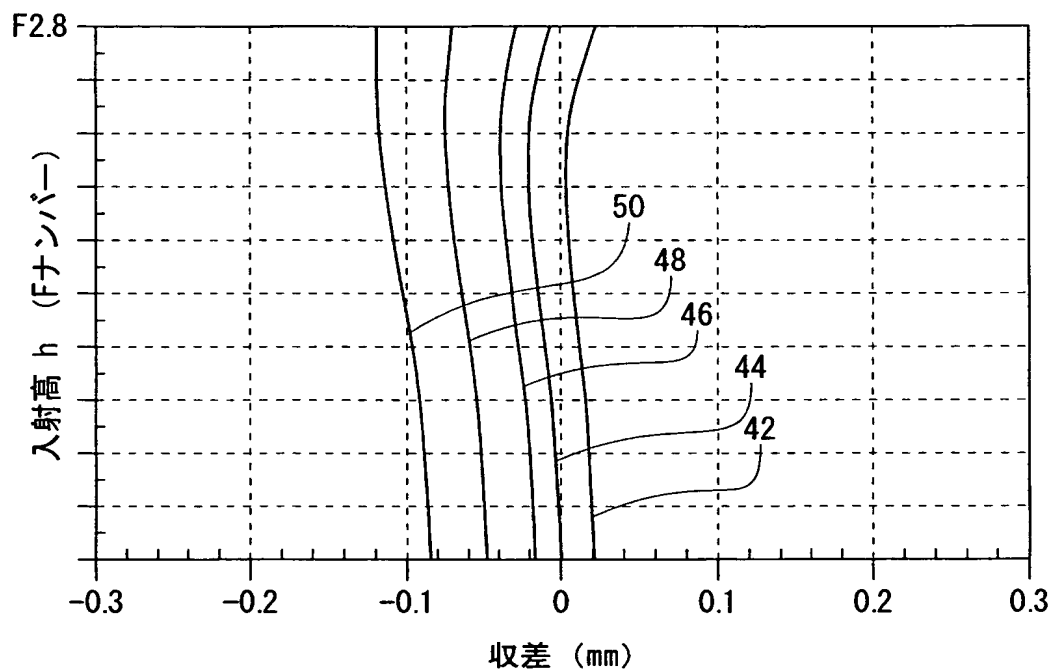
第2実施例の撮像用レンズの歪曲収差図

【図 8】



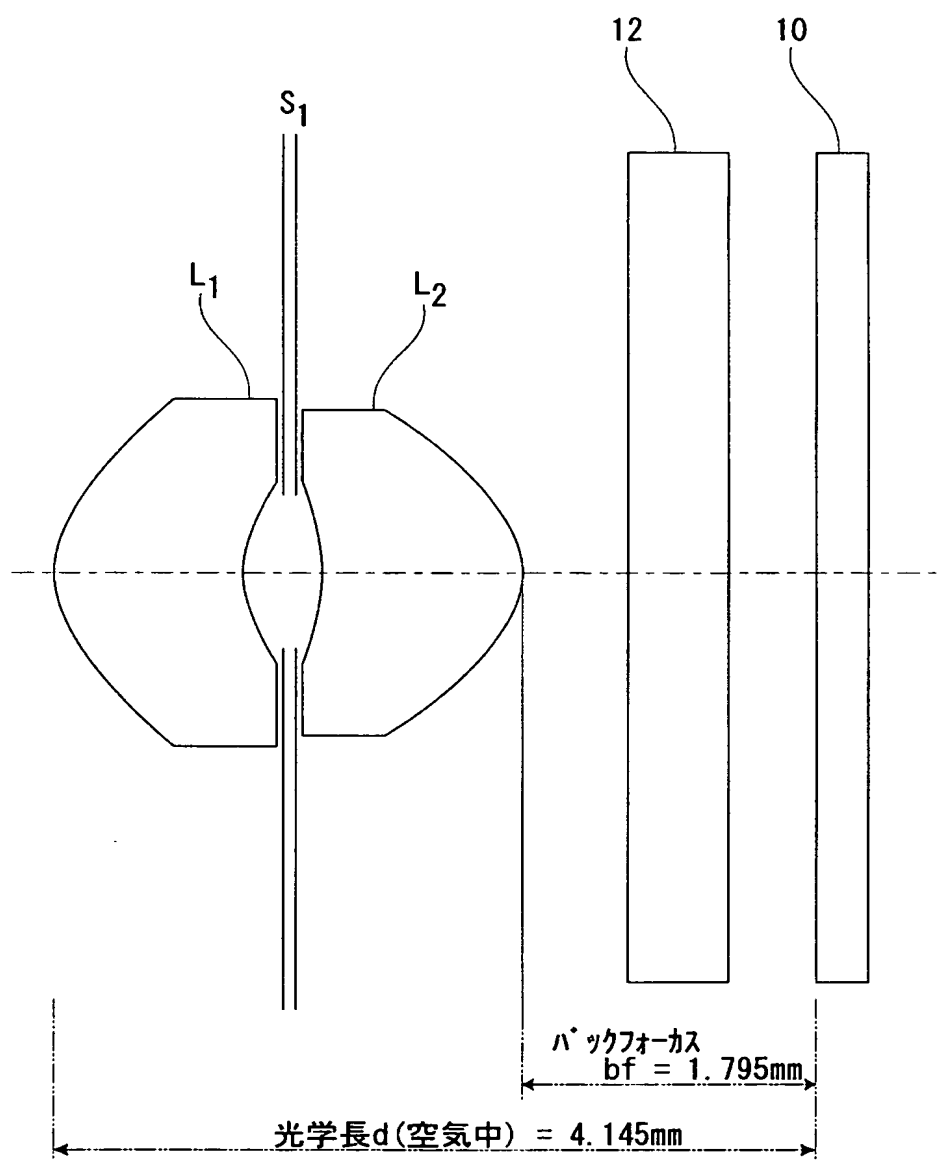
第2実施例の撮像用レンズの非点収差図

【図 9】



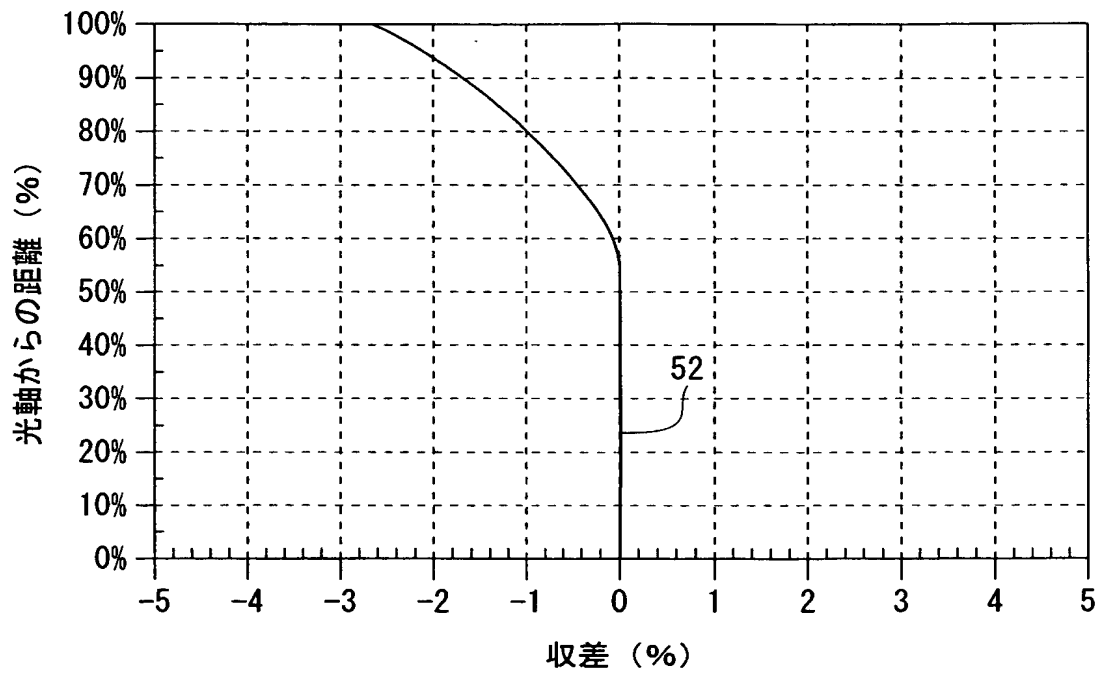
第2実施例の撮像用レンズの色・球面収差図

【図 10】



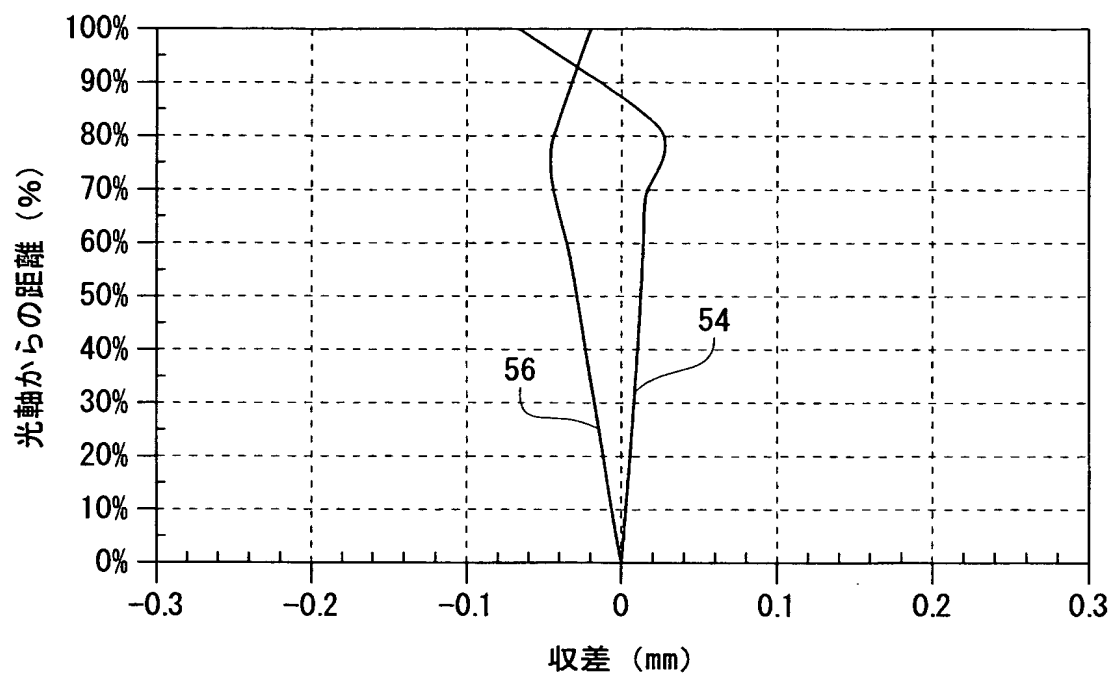
第3実施例の撮像用レンズの断面図

【図 11】



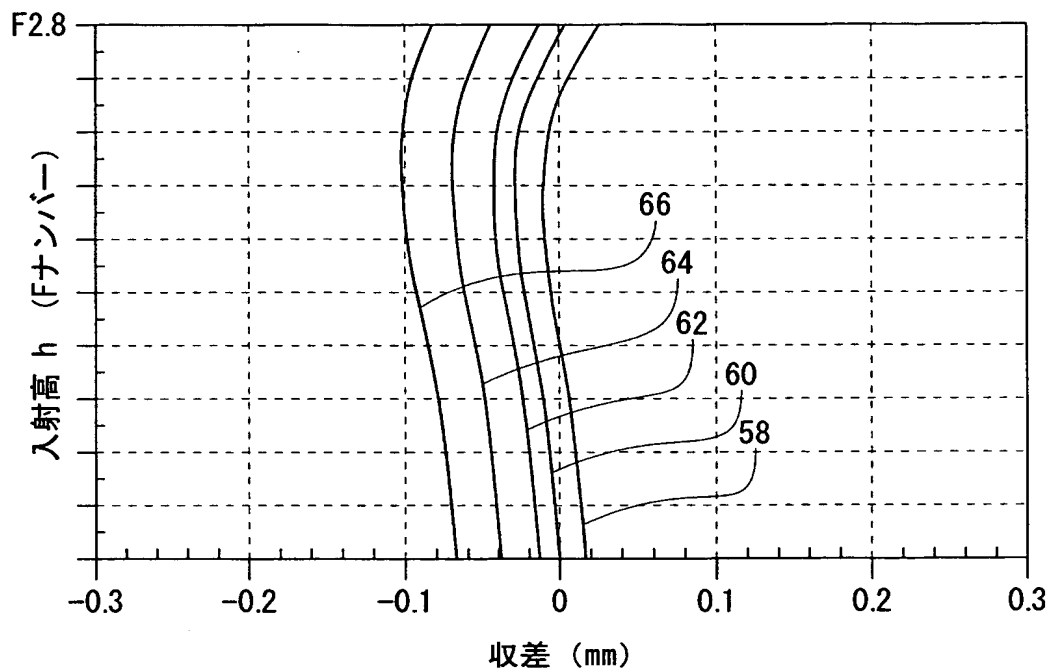
第3実施例の撮像用レンズの歪曲収差図

【図 12】



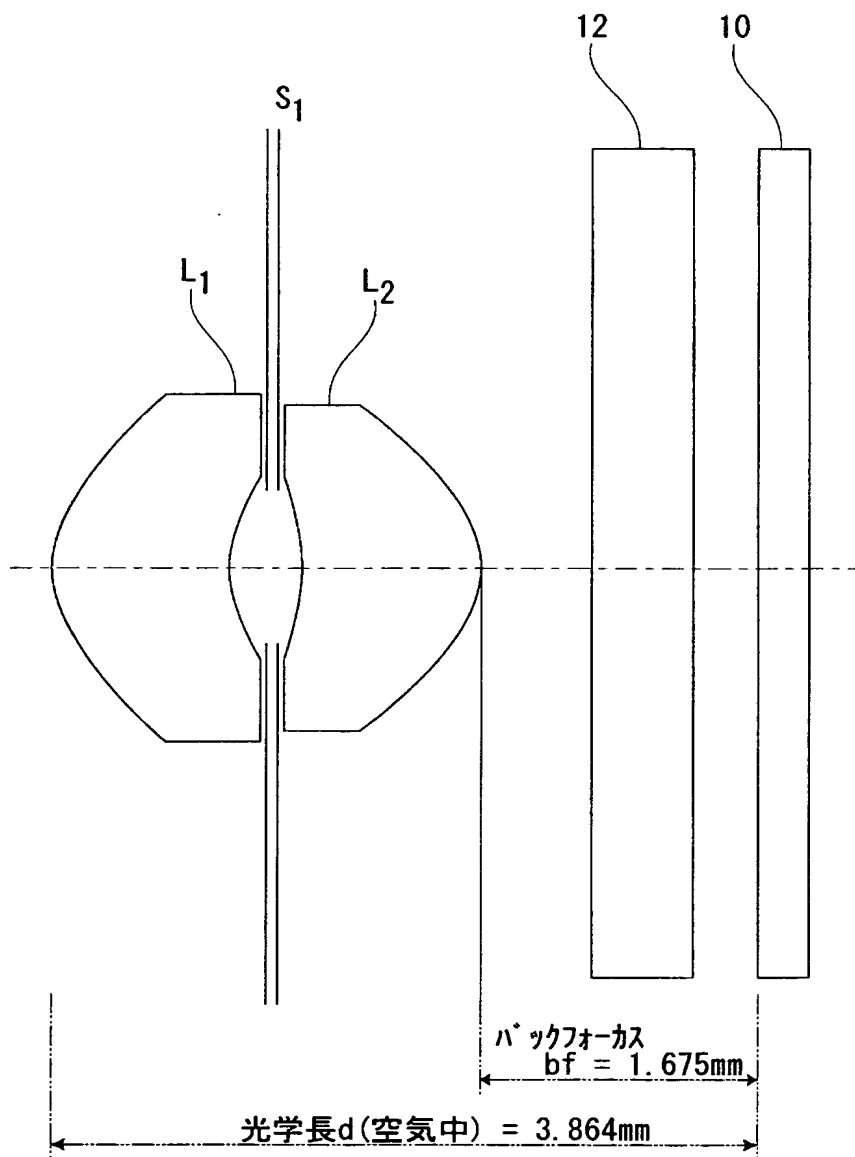
第3実施例の撮像用レンズの非点収差図

【図 13】



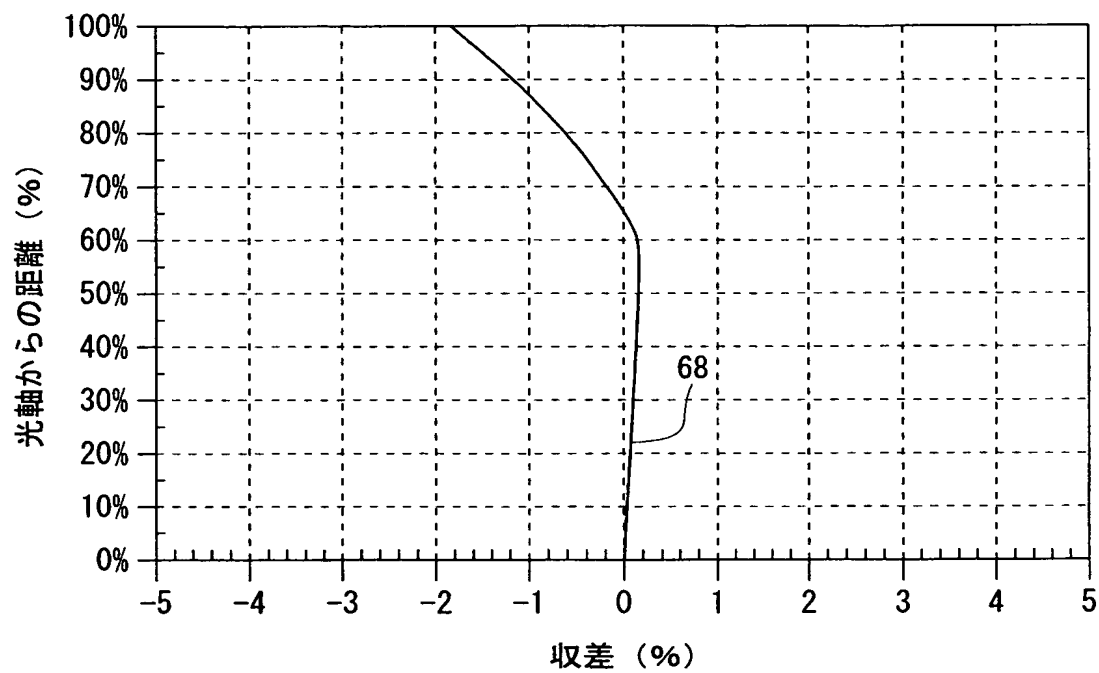
第3実施例の撮像用レンズの色・球面収差図

【図 14】



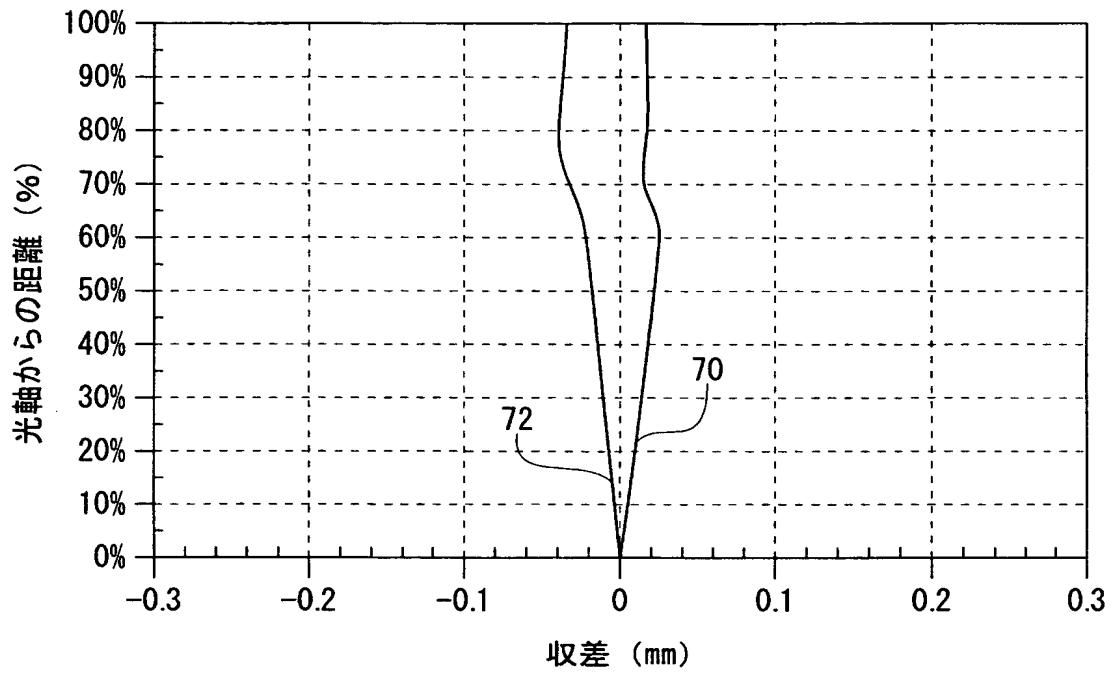
第4実施例の撮像用レンズの断面図

【図 15】



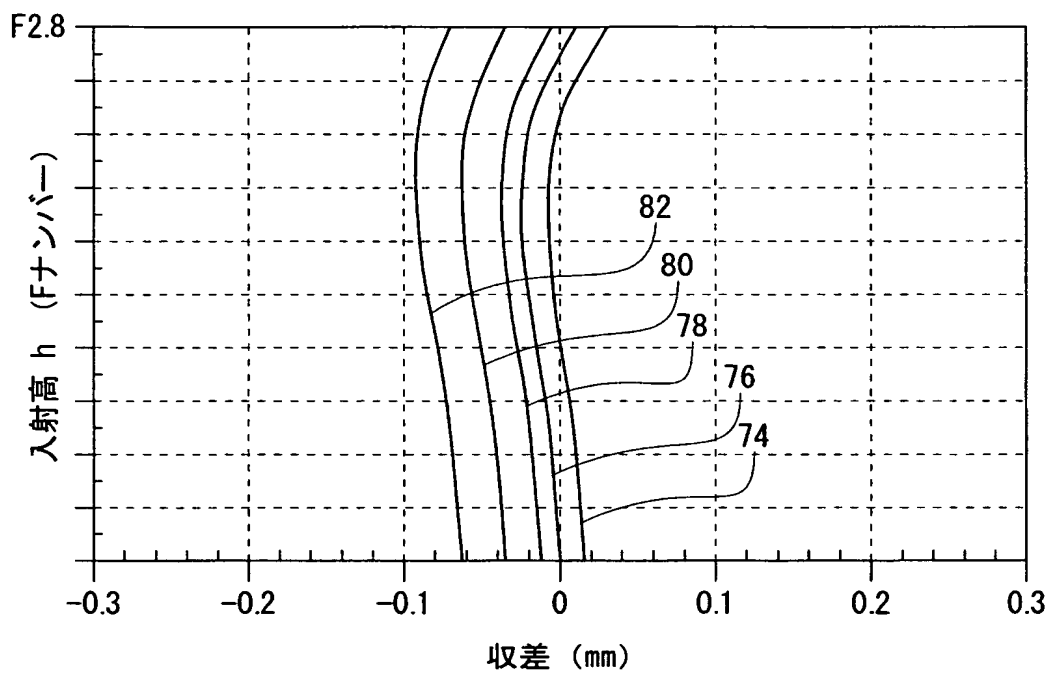
第4実施例の撮像用レンズの歪曲収差図

【図 16】



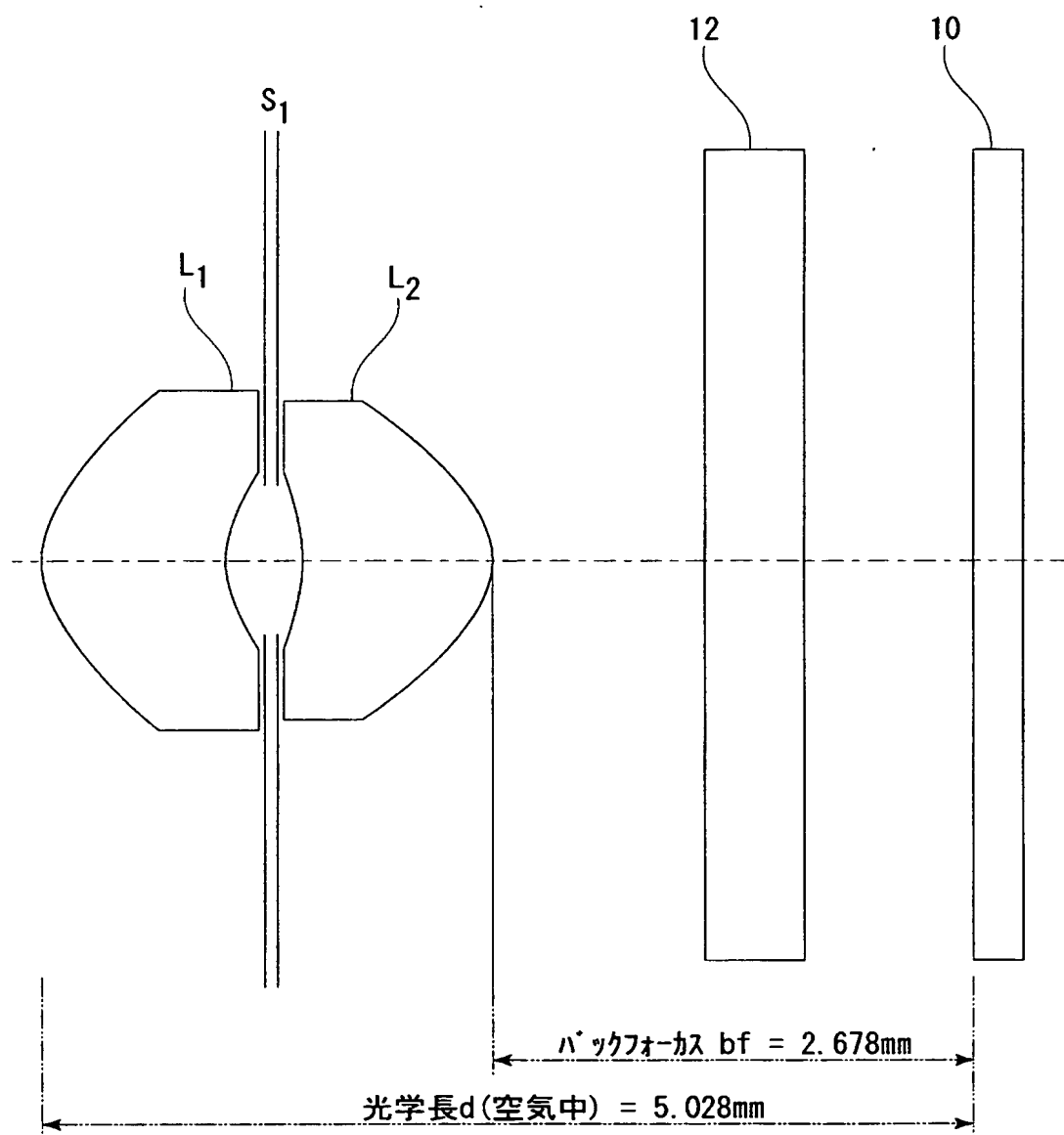
第4実施例の撮像用レンズの非点収差図

【図 17】



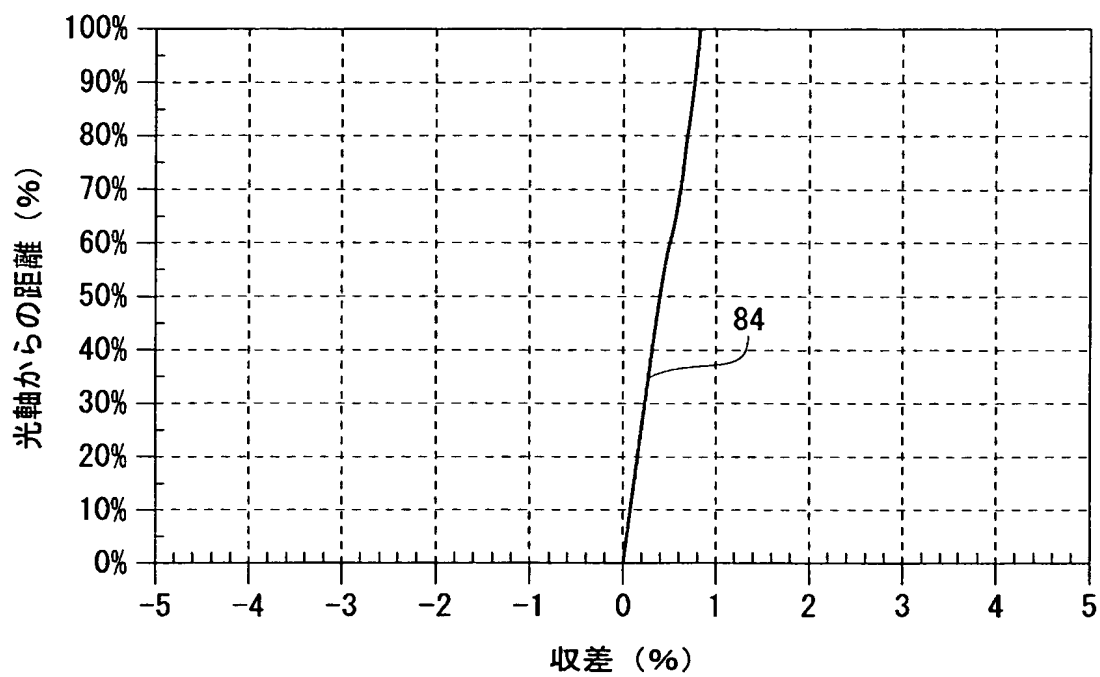
第4実施例の撮像用レンズの色・球面収差図

【図 18】



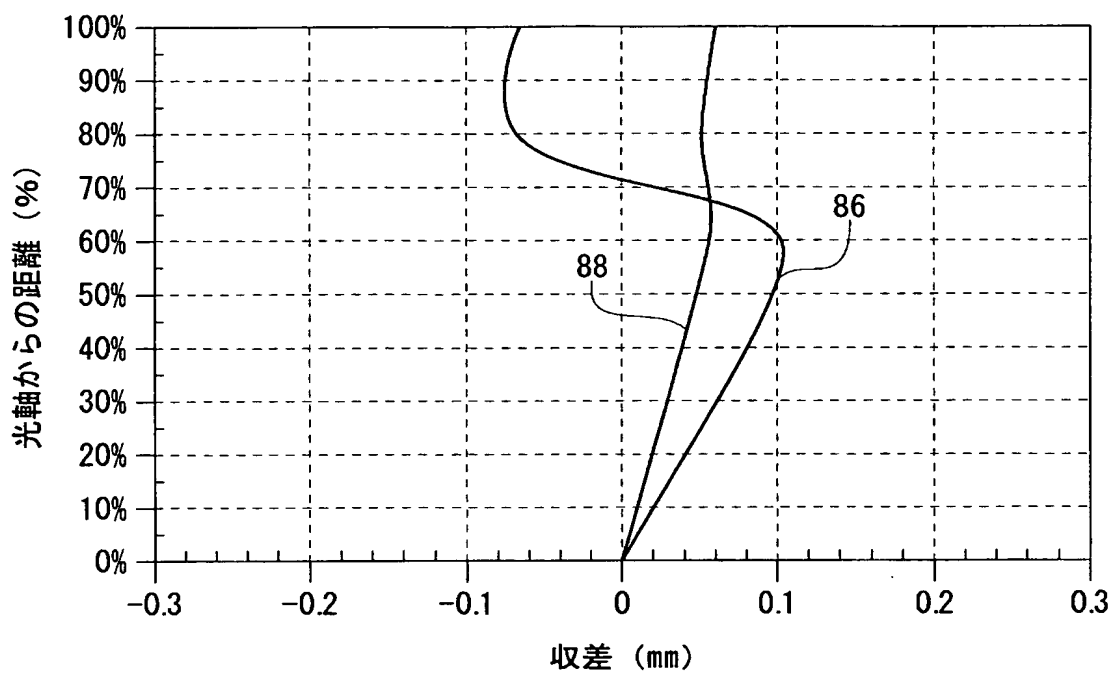
第5実施例の撮像用レンズの断面図

【図 19】



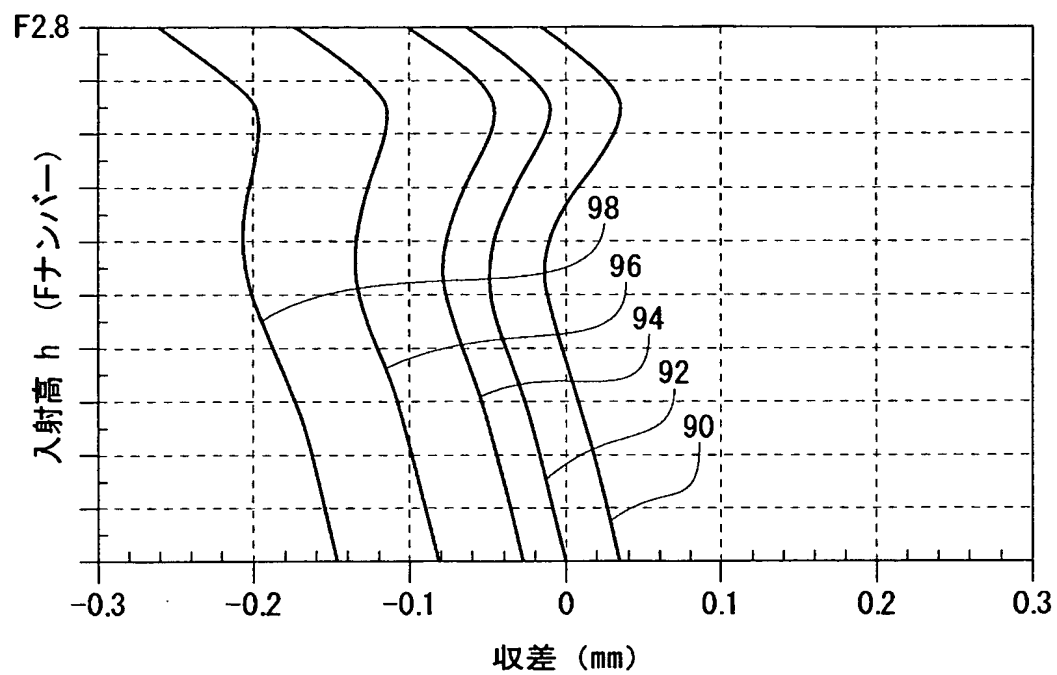
第5実施例の撮像用レンズの歪曲収差図

【図 20】



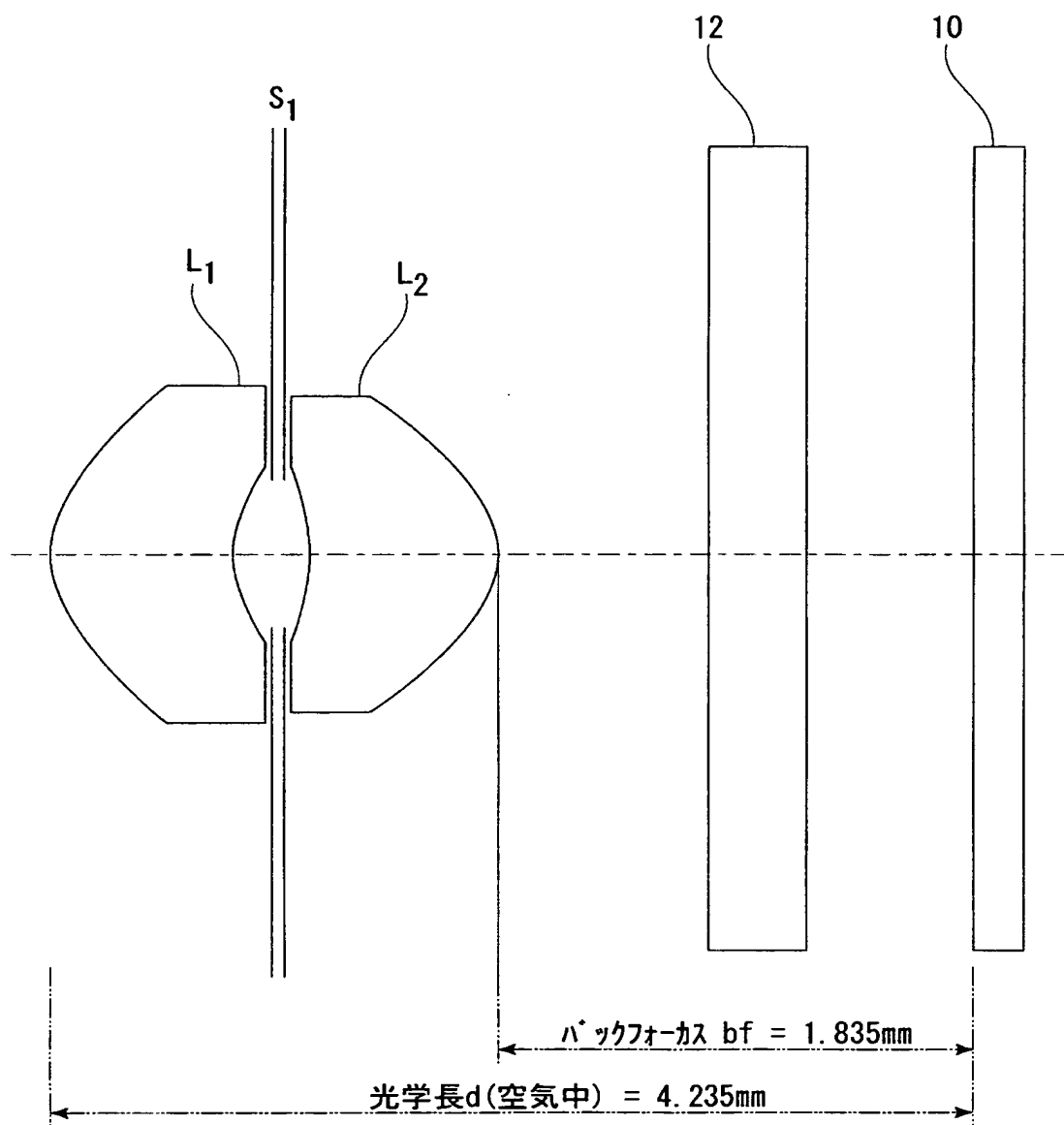
第5実施例の撮像用レンズの非点収差図

【図 21】



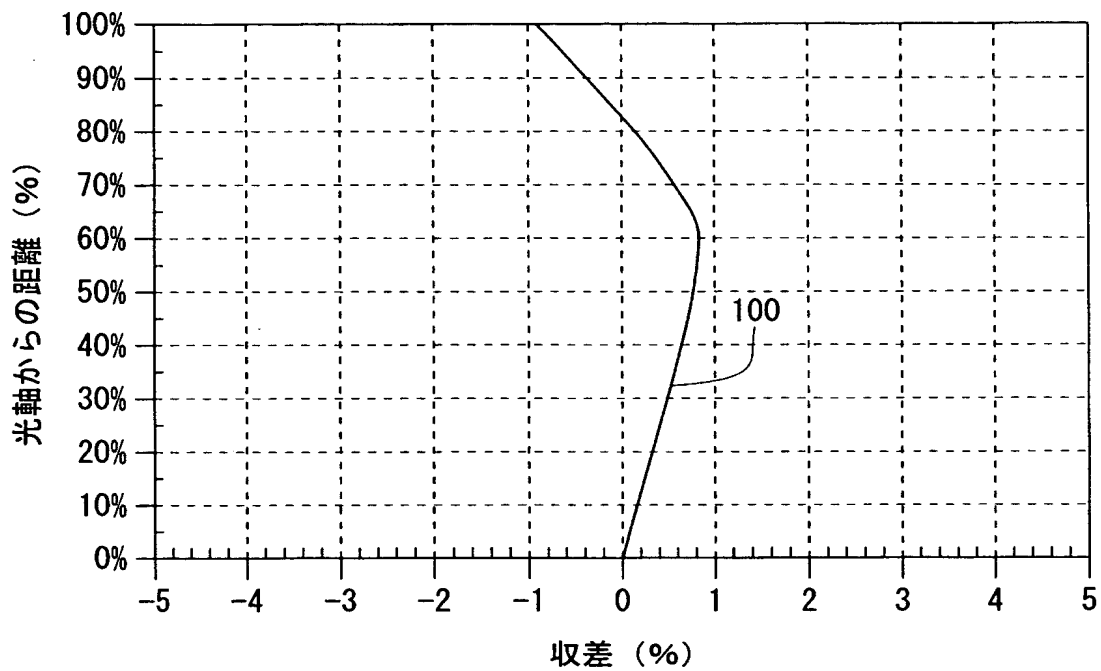
第5実施例の撮像用レンズの色・球面収差図

【図 22】



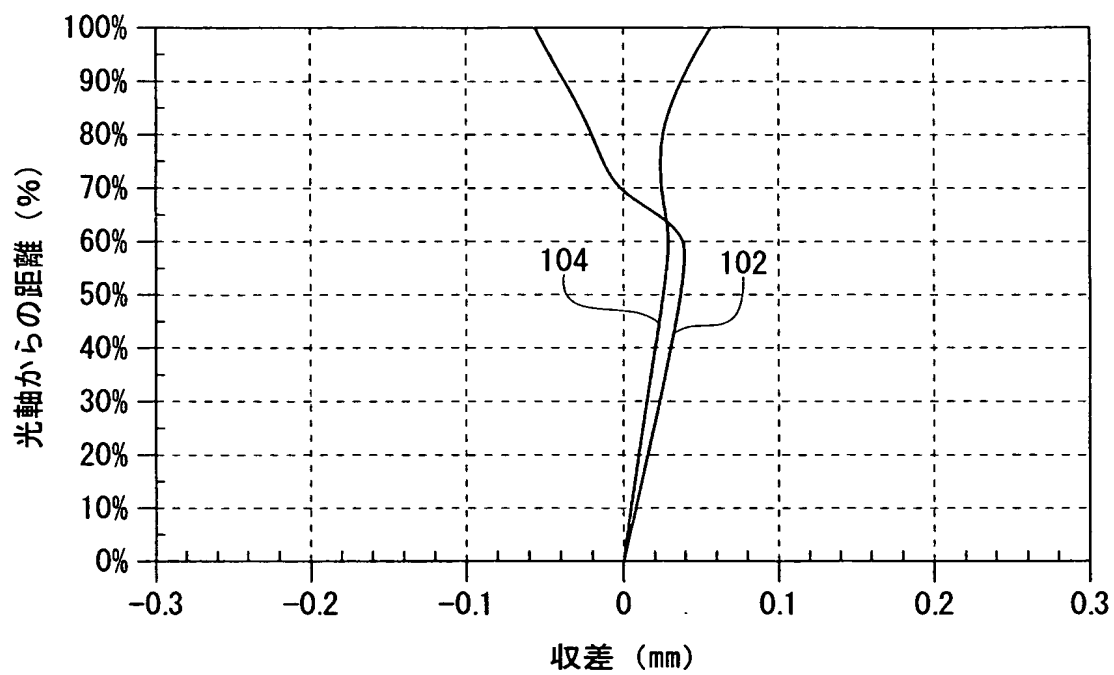
第6実施例の撮像用レンズの断面図

【図 23】



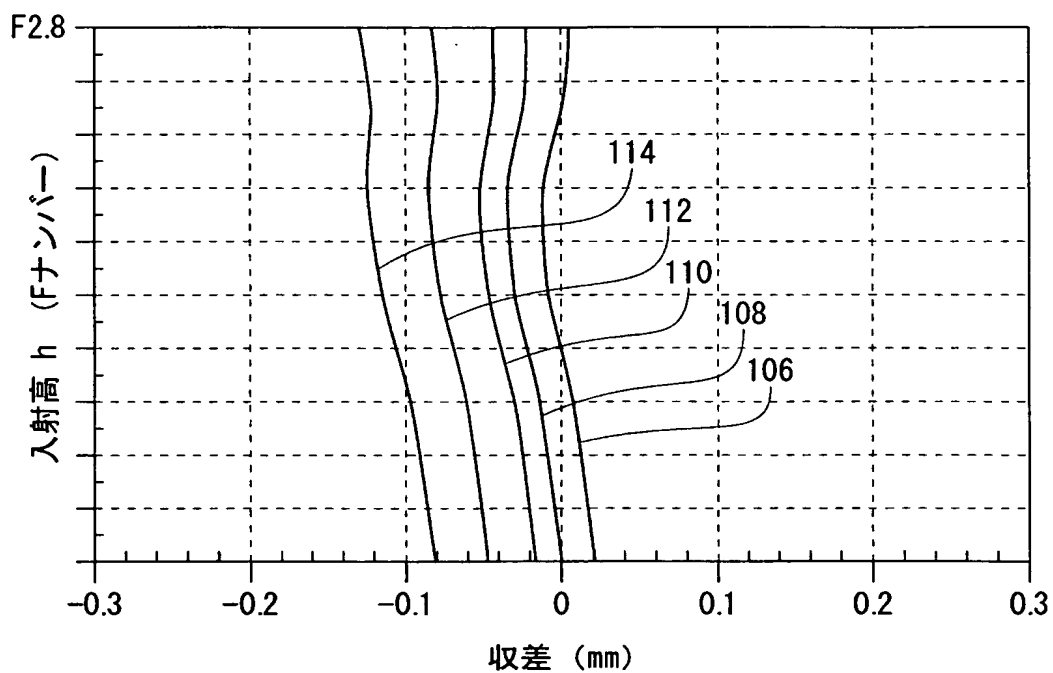
第 6 実施例の撮像用レンズの歪曲収差図

【図 24】



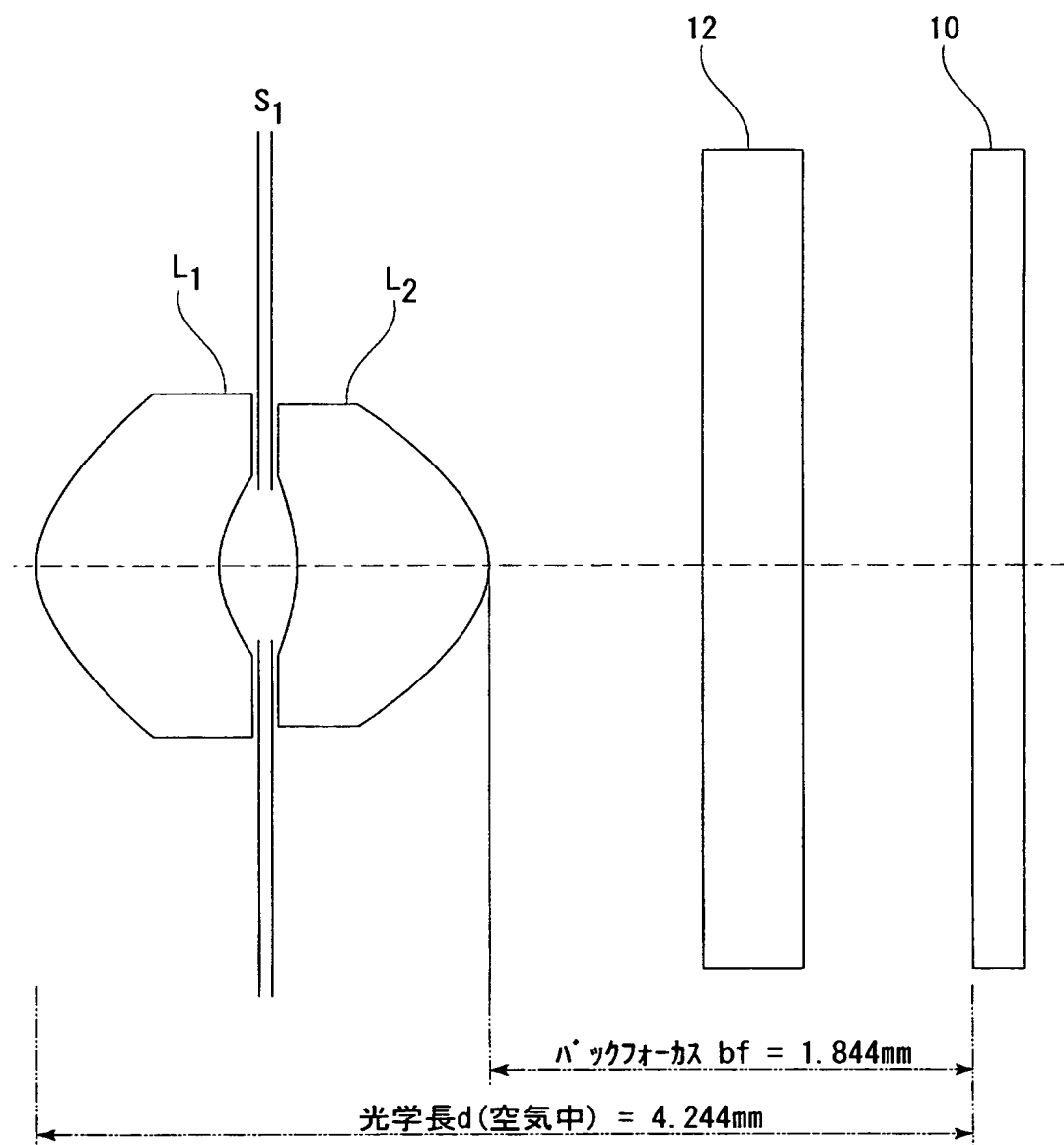
第6実施例の撮像用レンズの非点収差図

【図 25】



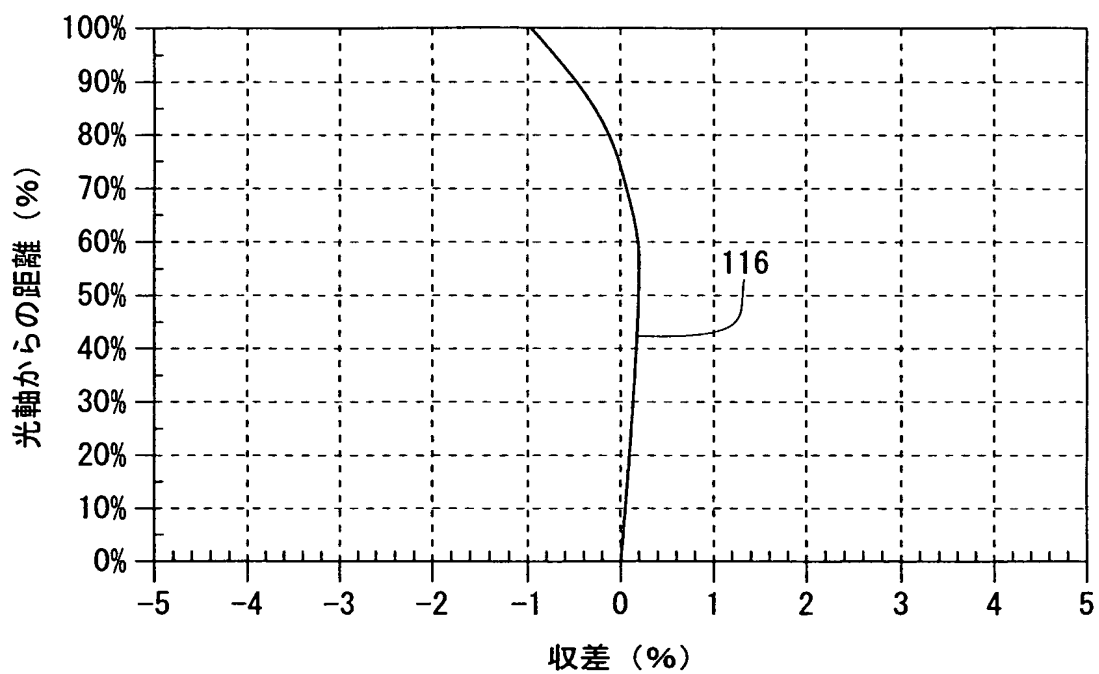
第6実施例の撮像用レンズの色・球面収差図

【図 26】



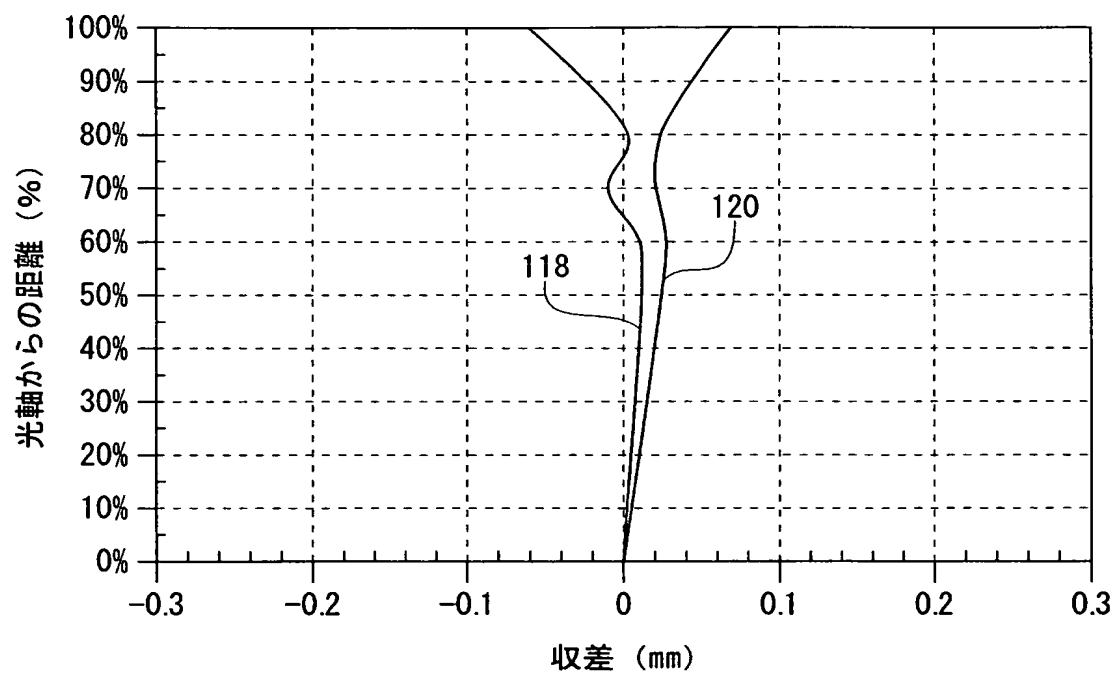
第7実施例の撮像用レンズの断面図

【図 27】



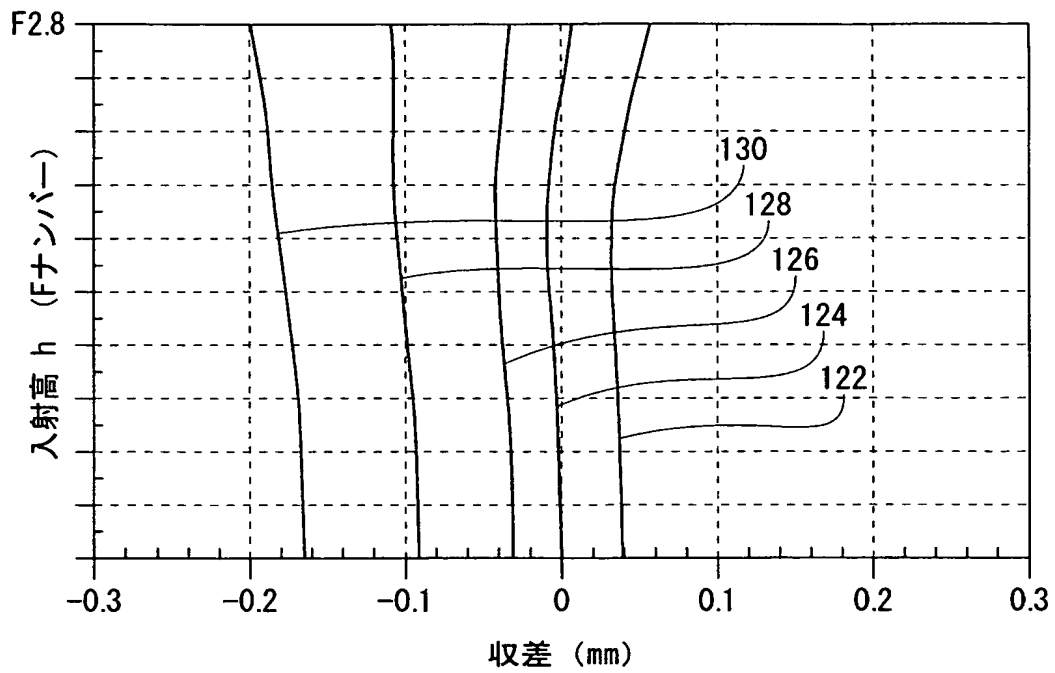
第7実施例の撮像用レンズの歪曲収差図

【図 28】



第7実施例の撮像用レンズの非点収差図

【図 29】



第7実施例の撮像用レンズの色・球面収差図

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 諸収差が良好に補正されており、かつ光学長が最大でも6 mm程度で、しかも十分なバックフォーカスが確保されている。

【解決手段】 物体側から像側に向かって、第1レンズ、開口絞り、第2レンズの順に配列されて構成され、以下の条件を満たす。

$$0.2 < |r_5/f| < 3.1 \quad (1)$$

$$3.0 < (r_5+r_6)/(r_5-r_6) < 19.0 \quad (2)$$

$$1.0 < d/f < 1.5 \quad (3)$$

$$0.5 < r_1/r_2 < 2.0 \quad (4)$$

$$0.08 < D_2/f < 0.1 \quad (5)$$

ただし、

f：レンズ全体の焦点距離

r₅：第2レンズL2の物体側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

r₆：第2レンズL2の像側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

d：第1レンズL1の物体側面から像面までの距離（空气中）

r₁：第1レンズL1の物体側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

r₂：第1レンズL1の像側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

D₂：第1レンズL1と第2レンズL2の間隔

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 1 3 1 6 9
受付番号	5 0 3 0 0 0 9 4 5 6 3
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 5 年 1 月 2 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 1月22日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 1 3 1 6 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 9 0 3 6 1 1 0]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 6 月 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都府中市日鋼町 1 番 1 (J タワー)

氏 名

マイルストーン株式会社